This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

Stanford University Libraries
3 6105 008 138 922

BRANNER
EARTH SCIENCES LIBRARY

REVUE
DE GÉOLOGIE

POUR LES ANNÉES 1874 ET 1875

PAR

M. DELESSE,

INGÉNIEUR EN CHEF DES MINES, PROFESSEUR DE GÉOLOGIE A L'ÉCOLE NORMALE,
MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ CENTRALE D'AGRICULTURE DE FRANCE,
DES SOCIÉTÉS GÉOLOGIQUES DE PARIS, DE LONDRES, DE DUBLIN, DU CORNOUAILLES,
DE LA SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE, DU COMITÉ DES SOCIÉTÉS SAVANTES,
DES ACADÉMIES DE TURIN, DE MUNICH, DE PHILADELPHIE, ETC.,

ET

M. DE LAPPARENT,

INGÉNIEUR DES MINES, PROFESSEUR DE GÉOLOGIE A L'UNIVERSITÉ CATHOLIQUE,
MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

TOME XIII

(Cette Revue a été publiée en partie dans les ANNALES DES MINES.)

PARIS.

LIBRAIRIE F. SAVY,

77, BOULEVARD SAINT-GERMAIN.

1877

Gm

550.5
R451

792624

Fremmer Lib.

PRÉFACE.

La *Revue de géologie* est maintenant parvenue à son *treizième* volume.

Comme les années précédentes, nous avons cherché à y présenter une analyse succincte et méthodique des nombreux travaux qui, chaque année, viennent enrichir la science. Parmi ces travaux, beaucoup sont épars dans des publications étrangères ou dans des recueils peu répandus, et courent le risque de passer inaperçus : sous tous les rapports, il est avantageux d'en faire connaître la substance dans une publication d'ensemble où leur valeur est souvent augmentée par le seul fait de leur rapprochement et de leur classement méthodique.

On trouvera, comme dans les volumes antérieurs, des analyses de roches qui sont inédites et qui ont été exécutées, soit dans les laboratoires particuliers, soit dans les laboratoires de l'École des mines et de l'École des ponts et chaussées.

On trouvera de plus un compte rendu relatif à des cartes et à des travaux inédits qui figuraient à l'Exposition inter-

nationale de géographie de Paris. En outre, diverses communications manuscrites nous ont été faites par MM. Otto Torell, Nathorst, Jutier de Marsilly, Gorceix, J. Garnier, de Cossigny, Amiot.

Nous avons continué à nous tenir au courant des recherches nouvelles ayant pour objet le métamorphisme et les modifications des roches.

Indépendamment de nombreuses publications périodiques et autres, traitant de géologie, nous avons spécialement utilisé pour la *Revue de géologie*, le *Neues Jahrbuch* de MM. Gustave Léonhard et H. B. Geinitz, l'*American Journal*, le *Geological Magazine*, de MM. Morris, Whitacker, Etheridge, le *Jahresbericht der Chemie*, publié par MM. Alex. Naumann, A. Laubenheimer et Nies, la *Revue géologique suisse*, rédigée par M. Ernest Favre.

Nous espérons que ce *treizième* volume sera jugé digne de la belle science dont il est destiné à enregistrer les progrès.

Chaque jour la géologie prend une place plus grande, non-seulement dans les préoccupations des savants, mais encore dans celle des ingénieurs et des agriculteurs. Le relevé géologique de notre planète est aujourd'hui entrepris sur la plus large échelle et, sur beaucoup de points, il est même en avance sur le relevé topographique. Indépendamment de l'utilité pratique et locale que présentent tous ces travaux, ils conduisent nécessairement à d'intéressantes conclusions sur la structure et sur le mode de formation de la terre. Nous avons cherché à résumer les

principaux résultats obtenus, et c'est avec confiance que nous offrons ce nouveau volume à tous ceux qui s'occupent de l'étude de la terre, et qui apprécient combien il est important de connaître ce précieux réservoir d'où tant de richesses ont été extraites et où tant d'autres restent encore à découvrir.

Paris, le 15 décembre 1876.

DE LAPPARENT. DELESSE.

GENERAL BOOKBINDING CO.
78 IIST 53 005 S I
QUALITY CONTROL MARK
2215

REVUE
DE GÉOLOGIE
POUR LES ANNÉES 1874 ET 1875

TOME TREIZIÈME.

Nous nous proposons de résumer les travaux de géologie les plus importants qui ont été publiés pendant les années 1874 et 1875.

Les ouvrages français ne seront généralement mentionnés que d'une manière sommaire, notre but étant surtout d'appeler l'attention sur les progrès de la géologie à l'étranger.

La classification adoptée pour cette *Revue de géologie* est à peu près celle du *Manuel* de M. J. D. Dana, et nous la diviserons en cinq parties (1):

I. PRÉLIMINAIRES ET OUVRAGES DE GÉOLOGIE.

II. GÉOLOGIE LITHOLOGIQUE.

Étude des roches et de leur gisement. — Roches proprement dites et roches métallifères.

III. GÉOLOGIE HISTORIQUE.

Étude des terrains au point de vue stratigraphique et paléontologique. — Lois du développement des végétaux et des animaux qui vivaient pendant la formation de ces terrains.

---

(1) *Manual of geology treating of the principles of the science with special references to American geological history*, etc., 1874.

IV. GÉOLOGIE GÉOGRAPHIQUE.

Examen des cartes et des descriptions géologiques de diverses régions. — Géologie agronomique.

V. GÉOLOGIE DYNAMIQUE.

Étude des agents et des forces qui ont produit des changements géologiques, ainsi que de leurs effets et de leur mode d'action.

M. Delesse a spécialement traité la deuxième partie, comprenant les roches ou la géologie lithologique; il s'est occupé également de la géologie agronomique ainsi que du métamorphisme et des modifications subies par les roches.

M. de Lapparent s'est chargé de la troisième partie, comprenant les terrains ou la géologie historique; il s'est chargé en outre de la stratigraphie systématique.

Quant au reste du travail, il a été fait en commun.

PREMIÈRE PARTIE.

OUVRAGES GÉNÉRAUX.

M. James D. Dana (1) a publié un volume de *Géologie élémentaire*, destiné à donner des notions générales aux commençants. Le savant auteur explique les divers modes de formation des roches, l'origine des vallées et des dépressions de la surface terrestre, enfin celle des montagnes. Puis il décrit les divers terrains avec leurs faunes et termine par un examen rapide du développement progressif de la vie sur le globe terrestre.

— M. V. Raulin (2) a fait paraître ses *Éléments de géologie*, destinés à la deuxième année de l'enseignement secondaire spécial, dans les lycées. Tandis que la première année est particulièrement consacrée à la France, ce nouveau volume donne, pour l'étranger, une description sommaire des divers terrains, en s'élevant des plus anciens aux plus modernes. Les exemples sont pris dans les îles Britanniques, en Russie, en Allemagne, en Suisse, en Italie, et M. Raulin présente un aperçu de la faune ainsi que de la flore de chaque terrain. Un dernier chapitre fournit quelques notions sur l'exploitation des substances minérales.

— Sous le titre de *Rudiments of geology* (3), M. Samuel Sharp a donné un ouvrage de géologie générale dans lequel le terrain oolithique, objet constant de ses études, est traité avec un soin particulier.

— M. David Page (4) est l'auteur d'une *Géologie économique;*

(1) *The geological Story briefly told.* New-York, 1875.
(2) Ouvrage rédigé conformément aux programmes officiels pour l'enseignement secondaire spécial, deuxième année; Hachette, 1874.
(3) London, Stanford, 1875.
(4) *Economic geology.* Edinburgh and London, 1874.

c'est un manuel qui montre les relations de la géologie avec les arts et manufactures, par exemple avec l'agriculture, l'art de l'ingénieur, l'architecture, la fabrication des matériaux de construction, des verres, des émaux, des couleurs, etc. Des chapitres spéciaux sont consacrés aux matières salifères, aux sources minérales et thermales, aux pierres précieuses et aux minerais métalliques.

— M. Édouard Erdmann (1) a publié six *Tableaux de géologie* qui sont imprimés en chromolithographie et destinés à l'enseignement scolaire.

Ces tableaux sont une représentation succincte des principaux phénomènes géologiques et plus spécialement de ceux qui sont relatifs à la géologie de la Suède. Partant de l'origine du globe terrestre, ils en indiquent les transformations et les modifications successives; l'un d'eux figure l'action exercée par l'eau et par la glace sur la surface de la terre; un autre donne quelques fossiles caractéristiques des divers terrains; leur ensemble résume l'histoire de notre globe.

— Un ouvrage de géographie, publié actuellement par M. Élisée Reclus (2), fournit un très-grand nombre de données sur la *géographie physique*, et, à ce titre, il peut être utilement consulté par le géologue. Il en est de même pour les Annuaires géographiques de MM. Behm et Vivien de Saint-Martin, ainsi que pour divers travaux insérés dans le *Bulletin de la Société de géographie* et, en particulier, pour les rapports de M. Maunoir, secrétaire général de cette société.

— La *Minéralogie* de M. James D. Dana (3) a été mise au courant des dernières recherches par un premier appendice de M. le professeur Brush qui s'arrête à l'année 1872, et les découvertes faites jusqu'à l'année 1875 sont résumées dans un deuxième appendice qui est dû à M. Édouard S. Dana.

M. G. F. Rammelsberg (4) vient de publier une deuxième édition de son *Manuel de minéralogie chimique*, qui est bien connu de tous les minéralogistes. On y trouvera l'ensemble des recher-

---

(1) *Géologie populaire* et *Exposé succinct de la formation du globe terrestre, ainsi que de la position relative et de la constitution des roches et des terrains.* Stockholm. Norstadt.

(2) *Nouvelle géographie universelle. La terre et les hommes*, 1875.

(3) *Second appendix to the fifth edition of Dana's mineralogy.* — New-York, 1875.

(4) *Handbuch der Mineralchemie.* — Leipzig, 1875.

ches chimiques sur les substances minérales, y compris celles qui ont été faites jusque dans ces derniers temps.

—Deux essais de *classification générale des terrains* de l'écorce du globe ont été présentés, l'un par M. Renevier, l'autre par M. C. Mayer (1). Le premier donne une subdivision en ères, périodes, époques ou systèmes et âges ou étages, avec de nombreux tableaux synchroniques. Le second établit neuf formations ou systèmes qu'il divise en 62 étages et 142 sous-étages ou couches; chaque étage reçoit un nom univoque, tel que saharien, danien, vogésien, etc.

D'un autre côté, dans la 2e édition de son *Manuel de géologie*, M. James D. Dana (2) propose d'adopter la classification suivante pour les terrains :

		PÉRIODES.	ÉPOQUES.	
VII.		Age de l'homme ou quaternaire.	Époque récente.	
			— de Champlain.	
			Époque glaciaire ou drift.	
VI.		Age des mammifères ou tertiaire.	Pliocène.	
			Miocène.	
			Eocène.	
V.	Age des reptiles.	Formation crétacée.	Étage supérieur.	Craie blanche ou supérieure.
				Craie grise ou inférieure.
			Étage moyen.	Greensand supérieur.
			Étage inférieur.	Greensand inférieur.
		Formation jurassique.	Époque wealdienne.	
			Époque oolithique.	
			Lias.	
		Trias.	Keuper.	
			Muschelkalk.	
			Grès bigarré.	
IV.	Age carbonifère.	Permien (Dyas).	Permien.	
		Période carbonifère.	Houiller supérieur.	
			Houiller inférieur.	
			Millstone Grit.	
		Groupe sous-carbonifère.	Supérieur.	
			Inférieur.	
III.	Dévonien ou âge des poissons.	Groupe Catskill.	Catskill.	
		Groupe Chemung.	Chemung.	
			Portage.	
		Groupe Hamilton.	Genesee.	
			Hamilton.	
			Marcellus.	
		Groupe Corniferous.	Corniferous.	
			Schoharie.	
			Cauda Galli.	

(1) *Revue géologique suisse*, 1874, 1.
(2) *Manual of Geology*, 2e édition. New-York, 1875, 142.

		PÉRIODES.	ÉPOQUES.
II. Silurien ou âge des invertébrés.	Silurien sup.	Groupe Oriskany.	Oriskany.
		Groupe Helderberg inférieur.	Helderberg inférieur.
		Groupe Salina.	Salina.
		Groupe Niagara.	Niagara. Clinton. Medina.
	Silurien infér.	Groupe Trenton.	Cincinnati. Utica. Trenton.
		Groupe Canadien.	Chazy. Quebec. Calciferous.
		Primordial ou Cambrien.	Potsdam. Acadian.

I. Age Archaïque.

—La classification méthodique des sciences, d'après la méthode d'Ampère, a été spécialement appliquée à la *géologie* par M. Charles Sainte-Claire Deville (1) qui résume ainsi les rapports de cette science avec les autres:

Sciences mathématiques.	Astronomie.	(Géodésie.)
	Mécanique.	(Stratigraphie.)
	Géométrie.	(Cristallographie.)
Sciences physiques.	Physique et chimie.	Minéralogie. Lithologie. Météorologie. Hydrologie.
Sciences naturelles.	Zoologie et botanique.	Paléontologie.

M. Charles Sainte-Claire Deville observe de plus que, par l'étude de la chronologie du globe, la géologie se rattache encore aux sciences historiques.

PRÉLIMINAIRES.

Densité moyenne du globe.

Sur l'invitation de M. G. Dewalque, M. Folie (2) a repris les calculs d'Airy relatifs à la détermination de la densité moyenne de la terre. Il a obtenu, par une nouvelle méthode analytique, et en acceptant toutes les données expérimentales d'Airy, le nombre 6,439 au lieu de 6,566. Bien que plus faible que le résultat primitif d'Airy, ce nombre s'écarte encore beaucoup du chiffre de Cavendish, 5,448, obtenu à l'aide de la balance de torsion.

Accroissement de la température dans l'intérieur du globe.

ANZIN. — Des expériences ayant pour but de déterminer com-

(1) *Revue scientifique*. Juillet, 1875.
(2) *Bull. Acad. roy. de Belgique* [2], XXXIII, mai 1872.

ment la température varie à l'intérieur du globe ont été faites dans les mines de houille d'Anzin sous la direction de M. Commines de Marsilly (1).

Les thermomètres employés ont été fournis par M. le professeur Everett, secrétaire du comité institué par l'Association britannique pour les recherches de ce genre; ils étaient à maxima, du système Negretti et Zambra. Les expériences ont eu lieu dans quatre puits différents, servant à l'exploitation de la houille; les trois premiers se trouvaient dans la mine nommée Général-de Chabaud-Latour; le quatrième dans la mine Renard. Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant qui donne la profondeur, la température correspondante, la date des observations et, dans la dernière colonne, la nature des terrains dans lesquels les thermomètres étaient placés.

PROFONDEUR.	TEMPÉRATURE en degrés centigrades.	DATES des observations.	NATURE des terrains.
	Puits Général-de-Chabaud-Latour.		
	N° I.		
mètres.	degrés.		
38,5	13,62	11 janvier 1874	Dièves.
78,8	13,62	11 avril —	Grès houiller.
90,0	14,45	2 juin —	Schiste houiller.
110,6	15,00	23 juillet —	Grès houiller.
124,0	16,11	10 septembre —	—
154,0	16,11	18 février 1875	—
175,0	18,06	20 mai —	—
200,5	19,68	15 décembre —	Schiste houiller.
	N° II.		
87,3	12,78	10 avril 1875	Schiste houiller.
90,0	17,23	29 avril —	Houille.
135,0	17,51	18 septembre —	Grès houiller.
185,0	17,51	15 décembre —	—
	N° III.		
87,8	13,34	11 avril 1874	Schiste houiller.
102,0	15,00	2 juin —	Grès houiller.
144,0	16,95	9 septembre —	Schiste houiller.
	Puits Renard.		
	N° IV.		
21,2	21,53	28 novembre 1873	Marnes.
54,7	22,78	12 février 1874	Dièves.
98,4	27,78	23 avril —	Schiste houiller.
111,1	28,48	8 mai	—
124,2	28,61	22 mai —	—
134,8	28,89	1er juin —	—

(1) Lettre de M. de Marsilly à M. Delesse, 16 décembre 1875.

On voit immédiatement, qu'à profondeur égale, la température est beaucoup plus élevée dans le puits Renard que dans les puits Chabaud-Latour; cette différence doit sans doute être attribuée à ce qu'on a rencontré beaucoup d'eau dans le creusement de ces derniers puits, tandis que le puits Renard était parfaitement sec. Ainsi, dans les puits Chabaud-Latour, tous les trous de mines, percés dans les parois pour y introduire le thermomètre, se trouvaient noyés; au puits Renard, au contraire, ils étaient dans le schiste ou bien dans des couches imperméables dans lesquelles il n'y avait qu'un léger suintement.

Du reste, les puits Chabaud-Latour présentent aussi de grandes différences entre eux. Au puits n° 11, en particulier, la température, qui est de 10°,78 pour 87m,3, saute brusquement à 17°,23 pour 90 mètres; mais cette anomalie doit tenir à ce qu'à la profondeur de 90 mètres, le thermomètre était placé dans une couche de houille qui tendait à s'échauffer par oxydation.

En résumé, si l'on calcule le degré géothermique de Naumann, c'est-à-dire la profondeur de laquelle il faut s'enfoncer pour avoir une augmentation de température de 1° centigrade, on trouve, dans la limite des observations qui ont été faites à Anzin :

I.	26m,73	III.	15m,56
II.	20 ,67	IV.	15 ,46

Malgré la grande différence de température constatée dans les puits III et IV, à profondeur égale, on peut remarquer que le degré géothermique y est presque le même.

Constatons aussi que le degré géothermique dans les mines de houille d'Anzin est beaucoup plus petit que dans les puits artésiens traversant les couches du bassin parisien, car il se réduit quelquefois à moitié. Des résultats analogues ont déjà été obtenus dans les mines de houille de France et d'Allemagne.

Speremberg. — Un trou de sonde percé à Speremberg, à une quarantaine de kilomètres au sud de Berlin, se trouve en ce moment à la profondeur de 4.042 pieds, la plus grande qu'on ait atteinte jusqu'à présent dans les sondages. Des expériences précises y ont été faites pour déterminer la loi de l'accroissement de la température, et elles sont d'autant plus importantes qu'au lieu de traverser des roches de conductibilité différente, ce sondage reste entièrement dans le sel gemme (1).

(1) *Poggendorf Annalen*, CXLVIII, 319.

M. le professeur Möhr (1), partant de ces expériences, a déterminé, par la méthode des moindres carrés, l'accroissement en degrès Réaumur correspondant à 100 pieds de profondeur :

PROFONDEUR.	ACCROISSEMENT pour 100 pieds de profondeur.	PROFONDEUR.	ACCROISSEMENT pour 100 pieds de profondeur.
pieds.	degrés Réaumur.	pieds.	degrés Réaumur.
100 — 200	1,35	1.700 — 1.900	0,846
200 — 300	1,30	1.900 — 2.100	0,795
300 — 400	1,25	2.100 — 2.300	0,745
400 — 500	1,20	2.300 — 2.500	0,695
500 — 600	1,15	2.500 — 2.700	0,640
600 — 700	1,10	2.700 — 2.900	0,595
700 — 900	1,097	2.900 — 3.100	0,545
900 — 1.100	1,047	3.100 — 3.300	0,495
1.100 — 1.300	0,997	3.300 — 3.390	0,445
1.300 — 1.500	0,946	Vers 5.170	0
1.500 — 1.700	0,896		

Conformément aux résultats obtenus dans d'autres sondages et, particulièrement à Grenelle, la température croît moins rapidement qu'en progression arithmétique. M. Möhr observe même qu'avec une diminution de 0°,05 R. dans la raison de la progression pour une épaisseur de 200 pieds, les 0°,445 Réaumur correspondant à la profondeur de 3.390 pieds, se réduiraient à 0° pour une épaisseur de $\frac{0,445}{0,05} \times 200 = 1.780$ pieds, comptés au-dessous des 3.390 pieds, c'est-à-dire pour 5.170 pieds; à cette profondeur, la température serait constante.

Malgré l'incertitude de calculs de ce genre, pour lesquels les données font défaut, il est certain qu'il y a diminution dans la raison de la progression, à mesure qu'on pénètre à des profondeurs plus grandes dans l'intérieur de la terre. Du reste, en étudiant le refroidissement à l'intérieur d'un globe de basalte fondu, G. Bischof avait obtenu le même résultat, en sorte que ce dernier n'est aucunement incompatible avec une origine ignée de la terre. Quoi qu'il en soit, M. Möhr est d'un avis contraire; abandonnant la théorie de La Place, qui est si généralement acceptée, il pense que c'est dans les couches supérieures de la terre qu'on doit chercher les causes de l'accroissement de température constaté dans son intérieur. Suivant lui, la fusion des laves ne doit pas être attribuée à la chaleur centrale, mais à un développement local de chaleur produit par des affaissements qui résultent de l'action de la mer, ce qui expli-

(1) *Neues Jahrbuch*, 1875.

que pourquoi les volcans se trouvent dans son voisinage. Parmi les autres causes de la chaleur du globe, M. Möhr indique la production de nouvelles roches cristallines par l'infiltration de dissolutions qui ont été échauffées par le soleil; il indique, en outre, les actions chimiques, telles que la formation d'acide carbonique résultant d'une double décomposition de l'oxyde de fer et de matières organiques, la production de pyrite de fer et de blende, la réduction des sulfates de fer et de zinc au contact des matières organiques, ainsi que l'inflammation spontanée des combustibles minéraux.

Enfin M. Möhr conteste l'origine ignée du granite, et nous ne pouvons que nous associer aux idées qui sont développées dans cette partie de son travail (1).

---

(1) Delesse: *Recherches sur l'origine des roches éruptives.*

DEUXIÈME PARTIE.

LITHOLOGIE.

La lithologie ou l'étude des roches est, chaque année, l'objet d'un grand nombre de travaux qui intéressent toutes les personnes s'occupant de géologie; nous allons présenter un résumé sommaire de ces travaux, en nous attachant plus particulièrement à ceux qui fournissent des données nouvelles sur la composition minéralogique et chimique des roches ou bien sur leur structure microscopique.

Lorsqu'on voudra comparer les analyses nouvelles avec celles qui ont été faites précédemment, il conviendra d'ailleurs de consulter quelques ouvrages spéciaux, notamment ceux de MM. Justus Roth, Kenngott, G. Bischof, Tschermak, ainsi que le *Neues Jahrbuch*, le *Jahresbericht der Chemie* et les douze volumes déjà publiés de la *Revue de géologie*.

PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES DES ROCHES.

Structure prismatique du basalte.

M. Robert Mallet (1) a fait des recherches sur les divers modes de division du basalte.

Supposons d'abord une vaste coulée de basalte en fusion, d'une homogénéité parfaite, ayant en outre ses deux faces, parallèles, exactement de niveau et indéfiniment étendues dans le sens horizontal. Supposons encore que la surface supérieure seule se refroi-

(1) *Proceedings of the Royal Society*. 1875, n° 158. (Extrait par M. de Cossigny.)

disse lentement et très-régulièrement. Au bout d'un certain temps, il se sera formé, sur la surface considérée, une croûte solide qui continuera elle-même à se refroidir, tout en augmentant d'épaisseur. La tendance à la contraction, due au refroidissement, déterminera dans la croûte élastique et résistante des tensions horizontales parfaitement égales dans tous les azimuts et pour tous les points de la superficie ; il doit s'ensuivre un fendillement partant de la surface et se propageant, de haut en bas, suivant des plans perpendiculaires aux forces agissantes, c'est-à-dire à la superficie même de la coulée. D'autre part, la rupture aura lieu nécessairement suivant le tracé pour lequel l'effort total employé à la produire est un minimum ; et cette condition est réalisée quand les intersections des plans de rupture avec la surface supérieure de la coulée forment un réseau d'hexagones réguliers et égaux entre eux. Quant aux dimensions absolues de ces hexagones, elles dépendent des rapports qui existent entre le coefficient d'élasticité du basalte considéré et celui de sa résistance à la rupture par traction.

Le refroidissement continuant, les surfaces d'égale température restent planes et horizontales, tout en s'abaissant graduellement ; les fissures les suivent, en se propageant de haut en bas et en leur restant perpendiculaires, ce qui produit la division en prismes verticaux et à arêtes rectilignes.

Si maintenant nous considérons isolément la partie récemment formée d'un des prismes dont il vient d'être question, nous reconnaissons, qu'en vertu de sa température encore élevée, elle tend à se contracter sur elle-même, tant en longueur qu'en largeur ; et pour peu que cette portion de prisme soit contrariée dans son affaissement, il en résultera une traction principale dirigée parallèlement à l'axe et qui tendra à séparer une portion du prisme déjà formé de son prolongement inférieur.

Une molécule appartenant au tronçon supérieur du prisme, et située à la hauteur où le tronçonnement tend à se produire, est sollicitée à se séparer de celles qui sont immédiatement au-dessous d'elle, par deux forces, l'une verticale, et la plus grande, dirigée de bas en haut ; l'autre horizontale et dirigée vers l'axe du prisme. La résultante de ces deux forces est une ligne oblique, située dans un plan qui contient l'axe du prisme et rencontrant elle-même cet axe à une certaine hauteur au-dessus de la molécule considérée. Or, la rupture devant se produire suivant un plan perpendiculaire à la direction de l'effort qui la détermine, donnera lieu à une facette oblique infiniment petite. Le même raisonne-

ment s'appliquant à tous les points de la section, et la composante horizontale diminuant d'ailleurs rapidement à mesure qu'on considère des points de plus en plus rapprochés de l'axe du prisme, on conclut facilement que la division réelle doit s'opérer suivant une surface sphéroïdale ayant sa concavité tournée vers la superficie extérieure ou réfrigérante.

Quant aux irrégularités que présentent, dans la nature, les bases hexagonales des prismes, ainsi qu'à la substitution fréquente du pentagone à l'hexagone, elles s'expliquent, soit par des défauts d'homogénéité de la matière d'où résultent des points de moindre résistance, soit par des inégalités dans la répartition de la chaleur qui altèrent l'égalité parfaite que nous avons primitivement supposée entre toutes les tensions horizontales.

On passe de ce qui précède aux divers cas particuliers que présentent les masses basaltiques, en se rappelant, qu'au début, la division prismatique doit toujours s'opérer perpendiculairement à la surface réfrigérante, quelle qu'en soit d'ailleurs la forme, plane, convexe ou concave; et que les fissures se propagent ensuite en demeurant sans cesse normales aux surfaces d'égale température. Ainsi s'expliquent les dispositions convergentes ou divergentes des prismes que l'on rencontre si souvent dans la nature, et même les directions curvilignes qu'affectent parfois leurs axes; ce dernier cas se produisant toutes les fois que les surfaces internes d'égale température ne restent pas, pendant tout le temps du refroidissement et dans toute l'étendue de la coulée, parallèles à elles-mêmes et à la surface extérieure.

Enfin, quand le refroidissement s'opère à la fois par plusieurs surfaces extérieures, il se forme simultanément, et à partir de chacune d'elles, plusieurs systèmes de prismes, dont la rencontre se fait, à l'intérieur de la masse, et qui se raccordent par des lits de fragments anguleux.

Ce qui caractérise la théorie de M. R. Mallet, c'est qu'il la fonde exclusivement sur le principe physique de la contraction des corps par le refroidissement, sans recourir à aucune autre hypothèse, relative soit aux effets de la cristallisation, soit à l'existence de certains centres particuliers d'attraction; et qu'il repousse d'ailleurs l'intervention de toute espèce d'action mécanique extérieure. Il ne rend d'ailleurs pas compte de la structure prismatique qu'on observe dans certaines roches sédimentaires qui n'ont pas subi l'action de la chaleur, comme le gypse, la serpentine, le quadersandstein et certains grès. Au fond, les idées de M. R. Mallet sont à peu près celles qui ont été professées en France, depuis environ

trente ans, par Élie de Beaumont. Mais il appartient à M. R. Mallet d'avoir complété et développé la théorie dont elles sont le point de départ, en les appliquant à toutes les particularités que présente le basalte, dans ses divers modes de division spontanée.

Structure amygdalaire cylindrique.

Dans les montagnes Maluté, entre les routes d'Orange, de Natal et de la Cafrerie indépendante, M. J. Olpen a observé des mélaphyres qui présentent une structure amygdalaire exceptionnelle. D'après M. E. Cohen (1), les amandes contenues dans ces mélaphyres ont une forme cylindrique, soit arrondie, soit comprimée, avec des ramifications ; comme elles sont de couleur rouge, parce qu'elles ont été remplies par de l'heulandite, au premier abord on serait tenté de leur attribuer une origine organique et de les prendre pour du corail.

La structure amygdalaire cylindrique doit tenir à des dégagements de gaz qui avaient lieu dans une masse faiblement plastique ; ces gaz s'élevaient très-lentement; tantôt ils restaient parallèles l'un à l'autre et tantôt ils se rejoignaient ou se bifurquaient. A cette période de sa formation, le mélaphyre n'était déjà plus en mouvement, puisque les cavités cylindriques ne sont pas allongées dans le sens de sa stratification. Du reste, ces cavités sont rugueuses sur leur surface intérieure et il en est de même sur la surface extérieure du noyau d'heulandite qui les a remplies. Quant à leur longueur, elle peut dépasser 5 centimètres ou bien au contraire devenir microscopique.

Coefficient de frottement.

M. F. Pfaff (2) a cherché à déterminer expérimentalement le coefficient de frottement de quelques roches. Celles sur lesquelles il a opéré sont le schiste, le calcaire de Solenhofen, le grès du Keuper. Deux plaques de chacune de ces roches étaient superposées, de manière que leur surface de contact fût horizontale ; puis M. Pfaff mesurait, en chargeant un plateau, attaché à l'extrémité d'un fil passé sur une poulie, quelle était la force horizontale nécessaire pour faire glisser la plaque supérieure ; cette force variable avec la nature de la roche, était ensuite comparée au poids de la plaque supérieure. L'expérience a montré qu'elle est représentée

(1) *Neues Jahrb.*, 1875
(2) *Allgemeine Geologie als exacte Wissenschaft*, etc., 316.

par 1 pour le schiste, par 1,5 pour le calcaire de Solenhofen, par 1,8 pour le grès.

Comme le remarque M. Pfaff, la force susceptible de déplacer des bancs de roche, superposés horizontalement, est donc au moins égale à celle qu'il faudrait pour les soulever verticalement.

Résistance des roches à l'écrasement.

M. Paul Bach (1), inspecteur des chemins de fer de Hongrie, a fait, à la fabrique de wagons de Simmering, des expériences sur la résistance à l'écrasement de différentes pierres de construction, telles que granites, grès, calcaires et trachytes des Karpathes.

DÉSIGNATION de la roche.	LOCALITÉS.	RÉSISTANCE à l'écrasement par centimètre carré.
		kilog.
Granite	Mengsdorf, près Lucsivna (Hongrie)	1.223
Id.	Mauthausen (Haute Autriche)	813
Id.	Metten (Bavière)	590
Id.	Neuhaus (Haute Autriche)	565
Trachyte	Eperies	442
Id.	Neusohl	194
Id.	Sator Allya Ujhely	148
Id. celluleux	Teronya	94
Id.	Tarna	80
Id.	Liszko	61
Grès	Oszlawica	303
Id.	Zagorz	217
Id.	Vidrany	189
Id.	Borro	150
Calcaire jaune	Oravitza	242
Id. brun	Rev	212

Conformément aux résultats obtenus dans des expériences antérieures, on voit qu'une même roche présente de grandes inégalités dans sa résistance à l'écrasement; ces inégalités s'observent aussi bien dans des roches sédimentaires, comme le grès, que dans des roches cristallines, comme le granite et le trachyte.

Diminution de la densité des silicates par la fusion.

M. Cossa (2), soumettant à la fusion de l'orthose, de l'hornblende ainsi que de la syénite de Bielle et comparant ensuite leur densité

(1) *Exposition internationale de géographie*, 1875.
(2) *R. Accademia delle scienze di Torino* [2], XXVIII.

celle des verres obtenus, a trouvé la diminution de densité constatée déjà dans des recherches analogues (1).

	DENSITÉ DU SILICATE		RAPPORT des deux densités.
	naturel.	fondu.	
Orthose.	2,573	1,97	0,766
Hornblende.	3,157	3,08	0,976
Syénite.	2,710	2,43	0,897

La diminution de densité, qui est seulement de quelques centièmes pour l'horblende, s'élève presque jusqu'au quart pour l'orthose. Du reste, pour certains silicates, la densité peut augmenter par la fusion; d'après M. L. Elsner (2), c'est en particulier ce qui a lieu pour l'hornblende, lorsqu'en cristallisant par refroidissement, elle prend la forme de l'augite.

Solubilité d'un mélange de sels.

M. F. Pfaff (3) a entrepris quelques expériences sur la proportion de sulfate de soude, de magnésie et de cuivre, qui est dissoute, à la même température, lorsqu'on mélange ces trois sels deux à deux. Il a reconnu ainsi que la solubilité d'un sel peut être, tantôt augmentée et tantôt au contraire diminuée, par la présence d'un autre sel.

Comme le remarque M. Pfaff, il n'est donc pas possible de prévoir, d'après la solubilité d'une substance, quelle est la proportion qui en sera dissoute; car cette substance se trouve engagée dans des roches formées de minéraux complexes et traversées par des eaux souterraines qui ont elles-mêmes une composition très-variable.

Eau et sel marin dans les roches.

Dans une série d'expériences M. Pfaff (4) s'est encore proposé de déterminer l'eau qui est retenue mécaniquement dans les roches. Il a reconnu que le granite, la syénite, le porphyre, le gneiss, le micaschiste contiennent de cette eau; tandis qu'il n'y en a pas dans les laves, dans l'obsidienne, dans le basalte.

(1) Recherches sur les verres provenant de la fusion des roches: *Bulletin de la Soc. géol.* [2], IV, 1320.
(2) *Revue de géologie*, VIII, 10.
(3) *Allgemeine Geol. als exacte Wissenschaft*, etc., 314.
(4) *Poggendorf Annalen*, CLXIII, 610.

M. Pfaff a constaté, d'un autre côté, que toutes les roches, stratifiées ou non stratifiées, renferment généralement du sel marin.

Lithine dans les roches sédimentaires.

La lithine ne se trouve que dans un nombre de minéraux très-restreint (pétalite. lépidolite, mica ferro-magnésien, triphylline); cependant, les recherches faites dans ces dernières années montrent qu'elle est très-répandue; il y en a de petites quantités jusque dans les roches sédimentaires de différentes époques géologiques et même dans celles de l'époque actuelle.

En effet, au moyen de l'analyse spectrale, M. von Gorup a constaté sa présence dans les dolomies du Jura Franconien et M. Ritthausen dans une marne de la Prusse orientale. Récemment, M. Hilger a reconnu de la lithine dans différents étages du trias des environs de Wurzbourg. Il en signale dans le muschelkalk, particulièrement dans les couches à cycloïdes, à myophories, à cératites semi partitus ainsi que dans celles à encrinites; du reste, ces mêmes couches contiennent aussi du plomb et du cuivre.

M. Hilger a également reconnu de la lithine, qui est même en quantité notable, dans un loess de la Hesse reposant sur du basalte (1).

De plus, il y a de la lithine dans les terres végétales et en particulier dans celles qui sont formées par la destruction de roches granitiques (2); on la retrouve également dans les cendres des végétaux qui se sont développés sur ces terres. La présence de la lithine peut alors s'expliquer par celle du mica ferro-magnésien, car ce minéral en renferme dans le granite aussi bien que dans la minette (3).

Enfin la lithine se retrouve encore dans les eaux minérales et jusque dans les eaux de la mer; c'est même aux eaux minérales de l'Auvergne que M. Truchot attribue la lithine des terres végétales de la Limagne.

Baryte dans les feldspaths.

Des analyses de M G. C. Wittstein (4) confirment l'existence de la baryte dans le feldspath, particulièrement dans plusieurs orthoses provenant de la Bavière et du haut Palatinat. Du reste, on constate aisément sa présence, en attaquant les feldspaths par l'acide

(1) *Deutsche chem. Gesellschaft zu Berlin*, 1875.
(2) *Revue de géologie*, XII, 57.
(3) Delesse : *Annales des mines* [5], X, 317.
(4) *R. Accademia delle science di Torino* [2], XXVIII. Cossa.

[illegible] par de l'acide sulfurique. On [illegible] différentes roches feldspathiques, [illegible] mélaphyres.

[illegible] phosphorique dans les roches.

[illegible] dans ces dernières années, des pro- [illegible] phosphorique ont été constatées dans [illegible] cristallines ; il est facile de s'en assurer [illegible] suivants :

ROCHES.	LOCALITÉS.	AUTEURS des analyses.	ACIDE phosphorique pour 100.
[illegible]	Hollsdorf en Saxe.	Stockhardt.	0,58
[illegible]	Penig Id.	Handke. . .	0,63
[illegible]	Id. Id.	Id. . . .	0,78
[illegible] amphibolique.	Rothenburg Id.	Streng. . . .	0,31
Porphyre feldspathique.	Heichhagen en Westphalie.	Lossen. . . .	0.19
Syénite.	Plauenscher Grund en Saxe.	Stockhardt.	0,18
Id.	Bielle en Italie.	Cossa.	0,58
Orthose.	Extrait de la syénite de Bielle.	Id.	0,37
Serpentine.	St-Austell en Cornouailles	Phillips. . .	0,17
Diorite.	Hof en Bavière.	Senfter. . . .	0.48
Amphibolite.	Duche de Baden.	Nessler. . . .	0,20 à 1,24
Diabase.	Weilburg, duché de Nassau.	Senfter. . . .	0,64
Id.	Luphode dans le Hartz. .	Nessler. . . .	0,26
Euphotide.	Steinbruch Id. . .	Streng. . . .	0,44
Porphyre augitique. . .	Grödner en Tyrol.	Tschermak.	0,47
Mélaphyre.	Liebstadt en Bohême. . .	Id.	0,40
Id.	Hasselfeld dans le Hartz.	Lossen. . . .	0,88
Dolerite.	Sahaburg dans la Hesse. .	Möhl.	0,04 à 0,83
Id.	Salzberg en Bohême. . .	Boriky. . . .	1,86
Teschenite.	Bogustchowitz en Silésie autrichienne.	Tschermak.	0,49 à 1,25
Basalte.	Pardubitz en Bohême. . .	Lipold. . . .	0,63
Id.	Orschweier, duché de Bade.	Platz.	0,89

Ces recherches, qui montrent la grande diffusion de l'acide phosphorique dans la nature, ont surtout de l'importance au point de vue de la chimie et de la géologie agricole ; elles expliquent pourquoi les terres sont naturellement pourvues d'acide phosphorique, lors même qu'elles proviennent de la destruction de roches cristallines et éruptives; pourquoi elles en sont pourvues, non-seulement lorsqu'elles se sont formées aux dépens de basaltes et de roches volcaniques, mais encore lorsqu'elles résultent de la décomposition de porphyres, de granites et même de serpentines.

Étude microscopique des roches.

L'étude microscopique des roches a continué à fournir des données plus précises sur leur structure et sur leur constitution minéralogique.

En examinant des schistes du Taunus, M. F. Zirkel (1) a constaté qu'ils contiennent fréquemment des cristaux de tourmaline. Ces cristaux sont en petits prismes, souvent terminés par des rhomboèdres, et ils offrent un dichroïsme extrêmement caractérisé. On les voit dans des schistes micacés, désignés sous le nom de phyllite, des environs de Wiesbaden. Il y en a aussi dans les schistes du Taunus à mica séricite. En outre, M. Zirkel a trouvé de la tourmaline dans les schistes de Recht, dans le cercle de Malmédy; ces derniers, qui ont une couleur isabelle et violet foncé, se montrent riches en grenats et sont d'un usage très-répandu comme pierres à aiguiser.

M. Sandberger a observé du zircon dans l'éclogite d'Eppenreuth et du Fichtelgebirge et M. Zirkel l'y a signalé aussi en cristaux microscopiques. Ces derniers sont souvent entourés par le grenat et M. Zirkel les a retrouvés avec les mêmes caractères dans le granulite de la Saxe où ils ont la forme d'une pyramide dité-tragonale et où ils se reconnaissent à leur couleur brune, à leur dichroïsme qui n'est pas très-prononcé et surtout à leur grand pouvoir réfringent. M. Zirkel les signale également dans le micaschiste grenatifère de l'Erzgebirge ainsi que dans les schistes cristallins archaïques du Nevada et de l'Utah (Amérique du Nord).

M. F. Zirkel a constaté récemment par l'examen de schistes cristallins et de granites, provenant de l'ouest des États-Unis, que leur quartz contient de l'acide carbonique liquide, qui se montre même avec une fréquence inattendue. On conçoit que cet acide carbonique ait contribué à la formation originaire de la chaux carbonatée dans les roches cristallines.

En outre M. F. Zirkel (2) a étudié au microscope une série de sables et de cendres volcaniques. Leur composition est celle des laves, mais il y a trouvé une proportion plus grande de substance vitreuse, plus de pores et plus d'enclaves dans les cristaux, ce qui peut être attribué à un refroidissement plus rapide de la matière fondue.

— M. Guyerdet (3) a décrit les caractères que diverses roches

(1) *Neues Jahrbuch*, 1875.
(2) *Neues Jahrbuch*, 1872, 16.
(3) *Association pour l'avancement des sciences*. Lille, 1874. — *Bulletin de la Soc. géol.*, 1873, 57.

présentent sous le microscope; il a examiné notamment des laves, des trachytes, des roches volcaniques vitreuses, des phonolithes, des mélaphyres, ainsi que des porphyres, des ophites, des lherzolithes, des serpentines; il a examiné également des porphyres, des eurites et des amphibolites provenant des environs de Roanne.

— M. Clifton-Ward (1) a étudié au microscope la texture de diverses roches éruptives anciennes et modernes. L'auteur n'hésite pas à donner aux trapps du pays de Galles, de même qu'à ceux du Cumberland, le nom de *laves* et de *cendres*. Dans les laves d'Arenig et du Snowdon, il reconnaît une pâte laiteuse avec particules disséminées de chlorite et quelques cristaux, entiers ou fragmentaires, d'orthose et d'anorthose. Les cendres ne se distinguent généralement pas du *felstone* proprement dit.

Les anciennes laves du Cumberland paraissent à l'auteur occuper une place intermédiaire entre les laves basaltiques et les laves trachytiques : il leur appliquerait volontiers le nom de *felsidolérites*. Dans son opinion, les volcans du Cumberland, à l'époque silurienne inférieure, devaient être en grande partie subaériens, et il considère la localité de Keswick comme représentant la cheminée dénudée d'un ancien volcan.

M. Ward admet que les *cendres* ont généralement subi un métamorphisme énergique qui se serait produit surtout au commencement de l'époque dévonienne.

— Enfin M. Michel-Lévy (2) a publié un travail sur la structure microscopique des *roches anciennes acides*, où, après avoir donné des détails très-précis, accompagnés de figures coloriées, sur divers types de roches, il établit des relations entre l'âge et la structure, et formule diverses conclusions que nous allons reproduire.

D'abord, suivant M. Michel-Lévy, la série des roches acides est continue, et leur nature n'a pas changé brusquement d'une période à une autre. Cependant l'âge des éruptions lui paraît intimement lié à la texture des roches, et il fait remarquer que l'observation confirme bien la grande classification en granites, porphyres, trachytes, comme représentant non-seulement trois types, mais trois âges distincts. C'est ainsi que les granites récents de l'île d'Elbe offrent, dans l'état vitreux et fendillé de leurs éléments, des signes distinctifs qui ne permettent pas de les confondre avec les granites

(1) *Geol. Society*, 4 nov. 1874.
(2) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 199.

anciens. Le passage de la classe granitique à celle des porphyres se fait par trois états. Dans les granites proprement dits, le quartz et le feldspath sont entièrement séparés et forment des plages distinctes; dans les granulites, le quartz, encore postérieur au feldspath, s'est isolé en grains mal réunis les uns aux autres; enfin, dans les pegmatites, le quartz et le feldspath se sont pris en masse simultanément.

Dans les roches granitiques anciennes, auxquelles ces trois types appartiennent, la structure est visible à l'œil nu. Arrivent ensuite les porphyres granitoïdes, dont le grain est plus fin, puis les porphyres houillers, qui reproduisent en petit les mêmes textures, préparant ainsi l'arrivée des pâtes amorphes, où s'introduisent de nouvelles textures *sphérolithique*, *fluidale* et *vitreuse*. Suivant M. Michel-Lévy, les porphyres houillers ont déjà des traces de pâte amorphe avec pyromérides microscopiques : ceux de l'époque permienne sont globulaires et fluidaux; enfin les porphyres triasiques sont à la fois globulaires, fluidaux et vitreux.

M. Michel-Lévy attribue la structure globulaire à la lutte entre l'état vitreux et la tendance à la cristallisation dans les roches acides à quartz récent.

CLASSIFICATION DES ROCHES.

A l'Université de Berlin, MM. Gustave Rose et Al. Sadebeck ont classé la collection des roches de la manière suivante : I. *Roches massives anciennes;* II. *Roches massives récentes;* III. *Schistes cristallins;* IV. *Sédiments.*

Quant aux *météorites*, qui forment à Berlin une collection spéciale très-remarquable, elles comprennent deux grands groupes : A Les météorites riches en fer (Eisenmeteoriten); B Les météorites pierreuses.

— D'après M. Ferdinand Zirkel (1), les *roches* se divisent de la manière la plus naturelle, en *non clastiques* et en *clastiques*. Les premières sont quelquefois nommées cristallines ou originaires ou protogènes et les secondes deutérogènes; mais l'expression de roches non clastiques paraît cependant la plus correcte; car, parmi les roches cristallines, il en est qui ont été métamorphosées, en sorte qu'elles ne sont réellement pas originaires.

(1) *Die mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine*, 1873, 289.

Comme l'observe M. Zirkel, les roches *non clastiques* sont tantôt *simples*, tantôt *composées*. Ces dernières peuvent d'ailleurs se grouper, d'après leur structure, en roches massives et en roches schistoïdes.

Les roches *massives* sont presque toujours caractérisés par des feldspaths (orthose, anorthose), ou bien par un minéral qui les remplace (néphéline, amphigène); elles sont très-rarement dépourvues de feldspaths.

I. Roches à base d'orthose :

1) *Avec quartz* ou avec un excès de silice : Granite, Granite porphyrique, Porphyre quartzifère, Liparite, Roches riches en silice qui sont vitreuses ou demi-vitreuses (Obsidienne, Ponce, Perlite, Rétinite).
2) *Sans quartz, avec ou sans anorthose :* Syénite, Porphyre avec orthose sans quartz, Trachyte.
3) *Sans quartz avec néphéline* (ou *amphigène*) : Foyaïte, Miascite, Liebénérite, Phonolithe, Roches avec sanidine et amphigène.

II. Roches à base d'anorthose :

1) *Avec amphibole :* Diorite quartzifère, Diorite, Porphyrite, Porphyre amphibolique, Dacite, Andésite amphibolique.
2) *Avec augite :* Diabase, Porphyre augitique, Mélaphyre, Andésite augitique. Basalte feldspathique, Anamésite et Dolérite, Tachylite.
3) *Avec diallage :* Euphotide (Gabbro).
4) *Avec hypersthène :* Hypersthénite.
5) *Avec mica :* Diorite micacée.
6) *Avec péridot* (Serpentine) : Roche truitée (Forellenstein).

III. Roches à base de néphéline :

Néphélinite et Basalte néphélinique.

V. Roches à base d'amphigène :

Roches avec amphigène et sanidine, Basalte amphigénique.

Les roches massives sans feldspath sont: l'Éclogite, l'Hyalotourmalite (*Turmalinfels*), le Péridotite (*Olivinfels*), l'Eulysite, le Gabbro avec Saussurite.

Quant à la classe des roches *schistoïdes*, elle comprend le Gneiss, le Leptynite, le Micaschiste. ainsi que tous les Schistes qui paraissent homogènes, mais ne le sont pas en réalité et se montrent formés de petits cristaux lorsqu'on les examine au microscope.

ROCHES.

Passons maintenant à la description des différentes espèces de roches en insistant plus particulièrement sur les travaux qui font connaître leur structure microscopique ainsi que leur composition minéralogique et chimique.

Roches carbonées.

Pétrole.

KOUBAN. — Le terrain tertiaire de la province russe du Kouban, en Circassie, renferme des gîtes importants de pétrole. Un puits foré, depuis peu de temps, sur les bords de la rivière Koudako, par le colonel Nowosiltzoff, a amené, vers la profondeur de 90 mètres, la découverte du pétrole qui a jailli avec abondance. D'autres puits ont donné le même résultat, mais à des profondeurs plus grandes. Le pétrole est du reste accompagné de dégagements de gaz, et, de même que dans les puits d'Amérique, son débit va successivement en diminuant.

Le colonel Romanowsky (1) regarde ces gîtes de pétrole du Kouban comme aussi riches que ceux de l'Amérique.

CASPIENNE. — Le pétrole a été étudié par M. le général de Helmersen (2), dans la péninsule Apscheron et sur le bord occidental de la mer Caspienne. Dans la péninsule Apscheron, il imprègne surtout des couches de sable et de grès, appartenant au terrain tertiaire supérieur. Dans le district de Balachana, il s'écoule par un grand nombre de sources qui suintent à la surface du sol. Généralement, le pétrole est accompagné de dégagements d'hydrogène carboné, et aussi de sources salées qui entraînent de l'argile venant de l'intérieur de la terre et forment des salses ou volcans de boue. Par l'action de l'air, le pétrole s'épaissit et donne souvent à la surface ou bien autour des volcans de boue, un bitume noir que les Tartares désignent sous le nom de *Kir*, et qu'ils utilisent soit comme combustible, soit pour leurs constructions.

JAVA. — Des sondages ont amené la découverte d'une source abondante de pétrole actuellement exploitée, et qui se trouve au pied d'un volcan, à Cheribon, dans l'est de Batavia (3).

---

(1) *Journal des mines de Saint-Pétersbourg*, 1873, 1.
(2) *Zeitschr. d. Deuts. geol Gesellschaft*, XXV, 257. — *Neues Jahrb.*, 1875, 102.
(3) E. Sauvage : *Rapport sur l'Exposition de géographie.*

Siegburgite.

M. de Lasaulx (1) propose de nommer *Siegburgite* une résine qui a été trouvée par M. Von Huene, dans un grès recouvrant le lignite de Siegburg, sur le Rhin inférieur. Elle a une couleur qui varie du jaune au brun et à l'hyacinthe. En brûlant, elle répand une odeur aromatique. Sa dureté est celle de l'ambre. A la distillation, elle donne une huile jaune verdâtre, mais pas d'acide succinique. Elle ne se dissout pas complétement dans l'alcool, ni dans l'éther. M. de Lasaulx a trouvé pour sa composition :

C	H	O	Somme.
81,37	5,26	13,37	100

Une autre analyse a donné des résultats notablement différents ; quoi qu'il en soit, cette résine est riche en carbone et elle contient aussi beaucoup d'oxygène. M. de Lasaulx la rapproche de la *Krantzite* de M. Landolt, de la *Rosthornite* de M. Höfer, du *copal* trouvé dans l'argile de Londres ainsi que d'une résine analysée par M. Boussingault (2).

La *Siegburgite* forme, dans le sable supérieur au lignite, des concrétions dans lesquelles elle sert de ciment et qui ressemblent à celles du loess. Sa proportion dans ces concrétions peut s'élever à 54 p. 100.

Tourbe.

ARDENNES. — La tourbe de la Bar (Ardennes) est spongieuse et d'un brun plus ou moins foncé ; voici quelle est sa composition (3) :

Eau	25
Matières combustibles volatiles	42
Carbone	22
Cendres	11
Somme	100

Les cendres de cette tourbe ont donné dans une attaque par l'acide chlorhydrique :

Argile inattaquée par ClH	SiO^2	Al^2O^3	Fe^3O^3	MgO et alcalis	CaO	SO^3,CaO	CO^2	Somme.
21,20	15,50	9,50	11,15	2,60	18,0	13,25	8,80	100,00

(1) *Neues Jarbuch*, 1875, 132.
(2) *Ann. de Chim. et Phys.*, 1842, 507.
(3) Meugy et Nivoit : *Statistique agronomique de l'arrondissement de Vouziers* (Ardennes), 1873, 182, et *Statistique minéralogique et géologique des Ardennes*, par MM. Sauvage et Buvignier.

Ces cendres, qui contiennent du sulfate et du carbonate de chaux, pourraient être utilisées pour l'agriculture.

SAINT-CHARLES. — Une tourbe de Saint-Charles, près Reims, a été analysée par M. Maridort (1) :

Matières organiques	77,04
Carbonate de chaux	13,12
Argile, sable siliceux	8,54
Silice, alumine, oxyde de fer, magnésie, alcalis	1,23
Somme	99,93

Cette tourbe est imbibée de beaucoup d'eau, de laquelle on l'a débarrassée pour l'analyse. Elle repose immédiatement sur la craie blanche, se trouve à 1 mètre de profondeur et présente une épaisseur de $0^m,65$. Sa formation a eu lieu dans un bassin de craie, ce qui explique sa richesse en chaux.

Combustibles.

FRANCE. — M. de Ruolz (2) a continué son étude sur les combustibles minéraux de la France. Bien que faite plus spécialement au point de vue économique et technique, de même que les rapports annuels de M. Amédée Burat au Comité des Houillères, elle renferme un très-grand nombre de données géologiques. Parmi les régions de la France dans lesquelles il serait utile d'encourager les recherches de nouveaux gîtes de houille et surtout d'explorer plus complétement les gîtes déjà connus, M. de Ruolz indique le Finistère, les côtes de la Manche, les bassins du Vigan et de Fréjus ainsi que la Corse. D'après l'exemple donné par l'Angleterre, M. de Ruolz exprime aussi le désir qu'une commission mixte, composée de géologues, d'ingénieurs de l'État et des compagnies houillères, soit chargée d'évaluer, aussi complétement que le permet la connaissance actuelle de notre sous-sol, quelles sont en réalité les richesses houillères de la France.

DONETZ. — Les combustibles du bassin du Donetz ont été examinés par MM. A. Scheurer Kestner et Ch. Meunier-Dolfus (3). Leur analyse chimique a été faite et de plus leur chaleur de com-

(1) Diancourt : *De l'épuration des eaux d'égout et de leur emploi au profit de l'agriculture*, 1874.
(2) *Question des houilles*, fin du tome II, 1875. — *Revue de géologie*, XI, 26.
(3) Ch. Mène : *Revue hebdomadaire de chimie*, 1874, n° 4.

bustion a été calculée en calories pour le combustible complétement pur.

A Anthracite de Grocherski.
B Houille de Mioucki.
C id. de Galuborshi.

	C	H	O et Az *	Cendres.	Eau.	Somme.	Nombre de calories.	Coke p. 100.	Nature du coke.
A	91,[illegible]0	1,27	1,88	1,57	4,08	100	8259	91	Mal aggloméré.
B	89,97	4,43	3,98	0,23	1,39	100	8695	80	Très-dur.
C	77,47	4,75	11,48	1,42	4,88	100	8201	60	Bien aggloméré.

* Avec trace de soufre.

MM. Scheurer-Kestner et Meunier-Dolfus observent à ce sujet que la composition élémentaire d'un combustible ne permet pas de se rendre compte de sa valeur industrielle. Voici, en effet, quelle est la composition élémentaire des houilles de Mioucki et de Ronchamp

	C	H	O et Az	Somme.
Ronchamp.	88,38	4,42	7.20	100
Mioucki.	91,45	4,50	4,05	100

Or, bien que la composition élémentaire de ces deux houilles soit presque la même, la chaleur de combustion est de 9.117 calories pour la houille de Ronchamp et seulement de 8.695 calories pour celle de Mioucki; cependant, on serait tenté de croire que c'est la houille de Mioucki qui doit donner le plus de chaleur. Cette anomalie apparente doit être attribuée à la différence que présente la composition immédiate de ces deux combustibles.

Caucase. — M. Abich et M. Ernest Favre (1) ont étudié une houille qui, à Tkvibouli, présente des couches dont l'épaisseur totale peut atteindre 14 mètres. Cette houille, formée en partie de tiges et de feuilles de cycadées, est dure, maigre, et ne donne que 28 p. 100 de coke; toutefois elle brûle bien et, d'après M. K. de Hauer, elle ressemble à celle du lias de l'Autriche. Les plantes fossiles de cette houille et des grès associés se retrouvent à Stonesfield et dans le Yorkshire, en sorte que ce terrain à combustibles du Caucase doit être rapporté à la série jurassique inférieure.

Sumatra. — Près des sources de la rivière Indragiri (Sumatra), on a découvert des couches de charbon, de bonne qualité, qui ont une puissance de 6 à 7 mètres.

(1) *Recherches géologiques dans la partie centrale du Caucase*, 7.

Des combustibles ont également été découverts à Benkoelen, sur la côte sud-ouest de Sumatra, ainsi que dans l'île de Nias, sur la même côte (1).

DIVERS. — Parmi de nombreux essais de combustibles, exécutés au laboratoire de l'École des mines, sous la direction de M. Moissenet, nous donnerons les suivants :

I Combustible de Gayra (Circassie).
II id. de Canon Mines, à 25 milles de Pueblo Colorado (États-Unis). Remis par M. l'ingénieur des mines Fuchs.
III Houille de Kéridilly (Caucase).
IV id. de Champagnac (Cantal). Couche supérieure.
V id. id. . . . . Grande couche du mur.
VI id. id. . . . . Morceaux choisis.
VII id. id. . . . . Menu sortant.
VIII id. id.

Les échantillons IV, V, VI, VII ont été remis par M. Ledoux, ingénieur de mines.

	MATIÈRES volatiles.	CARBONE fixe.	CENDRES.	SOMME.	NATURE des cendres.	NATURE du coke.
I	33,30	23,00	43,70	100	Argileuses	Non aggloméré.
II	44,00	52,40	3,60	100	Argileuses et siliceuses.	Idem.
III	37,00	48,30	14,70	100	Argileuses et ferrugineuses.	Bien aggloméré.
IV	23,80	65,80	10,40	100	Siliceuses.	Boursouflé.
V	26,40	64,80	8,80	100	Idem.	Idem.
VI	31,20	65,60	3,20	100	Siliceuses, très-légères.	Très-boursouflé.
VII	27,40	63,00	9,60	100	Siliceuses peu ferrugineuses.	Non boursouflé.
VIII	35,00	58,20	6,20	100	Argileuses.	Un peu boursouflé.

La houille de Champagnac (VIII) a donné par la distillation : eau ammoniacale 2,60 ; huiles, etc. 14,40 ; gaz 18,00 ; coke 65,00 ; somme : 100.

Diatomées dans les cendres des combustibles. — L'examen microscopique des cendres de la houille a permis à M. F. Castracane (2) d'y reconnaître des diatomées qui sont essentiellement d'eau douce ; quelques-unes seulement sont marines.

(1) E. Sauvage : *Rapport sur l'Exposition de géographie. — Annales des mines des Indes néerlandaises*
(2) *Association scientifique de France*, 1875, XVI, 10.

Houille bitumineuse.

PENNSYLVANIE. — M. André S. M' Creath (1) a fait une série d'essais sur les houilles bitumineuses de la Pennsylvanie. On donne ce nom aux houilles qui dégagent une forte proportion de matières combustibles volatiles et qui brûlent avec une flamme plus ou moins jaune et fumeuse. Du reste, on en distingue deux sortes, celles qui fondent partiellement et qui s'agglutinent, en produisant un coke cohérent (*Coking coals*), et celles pour lesquelles cela n'a pas lieu (*Free-burning coals*).

La houille semi-bitumineuse est celle qui donne des gaz combustibles et un coke, mais dans laquelle il y a moins de 18 p. 100 de matières combustibles volatiles.

M. M' Creath a analysé un grand nombre des houilles de Pennsylvanie, qui toutes étaient bitumineuses, et voici quelques-uns des résultats qu'il a obtenus :

I Houillère Moshannon ; comté Clearfield.
II Mine Snow Shoe; couche moyenne, comté du Centre.
III Mine Anthony; comté Jefferson.
IV Id. Pantall; comté Jefferson.
V Id. Brown ; comté Jefferson.
VI Houillère Redbank, *cannel;* comté Armstrong.
VII id. *cannel* inférieur; comté Armstrong.
VIII Mine Fairmount, *Big bed;* comté Clarion.

	EAU.	MATIÈRES volatiles.	CARBONE fixe.	SOUFRE.	CENDRES.	COKE p. 100.	COULEUR des cendres.
I	0,765	20,090	74,779	0,666	3,700	79,145	Grise avec une teinte rouge.
II	0,6[illegible]0	24,560	70,416	0,964	3,410	74,790	Blanc jaunâtre.
III	0,9[illegible]0	35,870	58,218	2,302	2,660	64,180	Rouge.
IV	1,100	31,170	63,544	1,016	3,170	67,730	Brun jaunâtre.
V	1,010	27,790	48,365	3,885	18,950	71,200	Grise.
VI	0,510	30,490	46,194	0,576	22,230	69,000	Idem.
VII	1,6[illegible]0	39,120	52,716	2,634	3,880	59,2[illegible]0	Brune.
VIII	1,700	38,930	56,096	0,604	2,670	59,370	Blanc jaunâtre.

Acide phosphorique dans la houille et dans les cendres.

	HOUILLE p. 100.	CENDRES. p. 100.
Mine Eureka, à Houtzdale.	0,01	0,34
Mine Morrisdale ; couche supérieure.	0,05	1,52
Houillère Logan.	0,24	3,18

(1) *Second geological Survey of Pennsylvania*, 1874-1875. — *Report of progress in the laboratory of the Survey and Harrisburg.*

Rapport entre le soufre et le fer dans la houille et dans le coke.

	SOUFRE.	FER.	SOUFRE nécessaire pour former FeS^2 avec le fer.	DIFFÉRENCE.	SOUFRE resté dans le coke.	PROPORTION p. 100 du soufre dans le coke.
Houillère Franklin à Houtzdale.	0,88	0,58	0,66	0,21	0,33	0,41
Mine Mongold, au S.-E. de Troutville.	2,29	1,12	1,28	1,01	0,92	1,36
Mine Powelton, couche inférieure.	2,69	1,49	1,70	0,99	»	»
Mine Masson, à l'ouest de Clearfield.	4,23	3,78	4,32	0,00	3,14	4,07
Mine P.Galusha, au N.-O. de Brockwayville. . .	8,35	3,59	4,10	4,25	4,51	7,16

Diverses remarques sont faites par M. M' Creath, sur les houilles bitumineuses de la Pennsylvanie. D'abord ces houilles ont le grand avantage de ne contenir qu'une très-faible proportion d'*eau*, car le professeur White a obtenu 8,57 pour les houilles de l'Iowa; le professeur Wormley 4,65 pour celles de l'Ohio; M. R. Chauvenet 3,40 pour celles du Missouri, tandis que pour celles de Pennsylvanie, la moyenne est seulement de 1,03 p. 100.

La proportion des *matières volatiles* et combustibles a varié de 19 à 41 p. 100 dans les houilles bitumineuses de la Pennsylvanie; quant au *carbone fixe*, il était, en moyenne, de 68,96 p. 100.

La proportion des *cendres* est restée comprise entre 1,52 et 19,17 p. 100. Parmi ces cendres, les meilleures, au point de vue de l'emploi de la houille comme combustible, sont les plus infusibles, c'est-à-dire celles qui ont une couleur blanchâtre et renferment peu de fer, de chaux et de magnésie.

— Dans toutes les houilles bitumineuses de Pennsylvanie, M. M' Creath a trouvé de petites quantités d'*acide phosphorique*. La moyenne obtenue est de 0,032 p. 100; mais à la mine Logan, il y en a jusqu'à 0,237, dose beaucoup trop élevée pour permettre l'emploi de cette houille dans la fabrication de la fonte, qui doit être traitée dans l'appareil Bessemer. Il est utile d'observer que la proportion d'acide phosphorique est beaucoup plus considérable dans les cendres que dans la houille elle-même; pour les cendres de la houille Logan, on voit même qu'elle dépasse 3 p. 100. D'après cela, il est facile de comprendre les bons effets des cendres de houille sur les terres pauvres en acide phosphorique, car elles contribuent à les fertiliser, non-seulement par leur acide phosphorique, mais encore par leurs alcalis et aussi par leur pouvoir absorbant.

— Quant au *soufre*, il a varié de 0,4 à 8,5 p 100, dans les houilles bitumineuses de Pennsylvanie. Le professeur Wormley a montré, comme on sait, que le soufre ne se trouve pas seulement dans les combustibles à l'état de pyrite de fer et de gypse, mais aussi à l'état de composé organique (1). Pour les houilles bitumineuses de la Pennsylvanie, M. M'Creath a constaté que le soufre est généralement en grand excès sur la quantité qui est nécessaire pour former de la pyrite de fer. A la mine Galusha, l'excès de soufre s'est même élevé à 3,53 p. 100.

Lorsqu'on transforme la houille en coke, la proportion du soufre qui disparaît avec les matières volatiles paraît varier beaucoup, ainsi que l'avait constaté déjà M. Wormley. Dans les houilles analysées par M. M'Creath, la perte en soufre n'a jamais dépassé les deux tiers de celui qu'elles contenaient originairement. De plus, il semble résulter de nombreuses expériences faites sur les houilles bitumineuses de Pennsylvanie, que quand le soufre est à la fois à l'état de pyrite et sous un autre état, il disparaît toujours en plus grande proportion avec les matières volatiles, que quand il est seulement à l'état de pyrite. Toujours est-il que la chaux ou le carbonate de chaux empêchent le soufre de s'échapper avec les matières volatiles dans la transformation de la houille en coke, et ce fait est très-important pour les fabriques de gaz d'éclairage. En outre, le coke qui est produit dans ces conditions donne une forte odeur d'hydrogène sulfuré, ce qui n'a pas lieu lorsqu'on n'ajoute pas de carbonate de chaux.

Tasmanite, houille blanche.

AUSTRALIE. — M. E. T. Newton (2) a examiné au microscope la structure des schistes combustibles d'Australie, connus sous le nom de *Tasmanite* et de *Houille blanche*. Ce sont des combustibles très-imparfaits; car le dernier, notamment, ne contient pas moins de 68,47 p. 100 de cendres. En traitant la houille blanche pulvérisée par les acides chlorhydrique et fluorhydrique, et en séparant par décantation un peu de sable blanchâtre, on obtient un résidu formé principalement de petits disques bruns, renfermant 96,63 p. 100 de matière combustible et 3,37 de cendres. Ces disques ne sont autre chose que des spores végétaux, analogues aux *macrospores* ou aux *microspores* de Flemingites qu'on observe dans diverses variétés de houille anglaise.

---

(1) *Revue de géologie*, X, 26; XI, 25; XII, 26.
(2) *Geol. Mag.*, 1875, 337.

Diamant.

Afrique australe. — M. F. de Hochstetter (1) a donné un catalogue des minéraux qui sont associés au diamant dans l'Afrique australe (2). Il mentionne : la limonite, l'agate, la calcédoine, le jaspe, l'héliotrope, plus rarement l'opale et le grenat. Suivant M. J. Shaw, le diamant serait dans une sorte d'argile grasse, contenant, avec des débris de quartzite et de granite, de la tourmaline, du spinelle, de l'agate et de la pyrite de fer.

D'un autre côté, MM. Maskelyne et Flight (3) ont également examiné la roche diamantifère de l'Afrique australe. Cette roche leur a paru présenter une sorte de bronzite accompagné de silicate magnésien hydraté. Le diamant se trouve le plus souvent, pour ne pas dire exclusivement, au voisinage des dykes de diorite qui traversent la roche hydratée, ou bien on le rencontre au contact de cette roche et des couches horizontales à travers lesquelles elle est intercalée. La conclusion des auteurs est que la source d'où dérive le diamant doit être peu éloignée de son gisement actuel.

Australie. — M. Liversidge (4) a décrit les alluvions diamantifères de Mudgee et de Bengera, en Australie (5). Ces alluvions sont subordonnées à des nappes de basalte : le diamant s'y montre tout près de la surface, associé aux minéraux suivants : tourmaline, zircon, saphir, topaze, grenat, spinelle, quartz, brookite, fer titané, fer oxydulé, or, osmiure d'iridium.

Terres végétales.

Des terres végétales provenant de diverses localités ont été analysées au bureau d'essai de l'École des mines, sous la direction de M. Moissenet :

I Terre provenant du défrichement d'un bois : Asnières près Dijon (Côte-d'Or).

II Terre d'une taupinière, prise dans un pré de la même commune.

III Terre riche en matières organiques, formant le fond de l'étang de l'Hôpital, près de Saint-Avold (ancien département de la Moselle).

IV Terre argileuse, contenant seulement des traces de sable ; rapportée par M. Chaper de Kit Carson, au milieu de la Prairie du Colorado.

---

(1) *Jahresbericht der Chemie*, 1871, 1129.
(2) *Revue de géologie*, X, 25 ; XI, 27 ; XII, 26.
(3) *Geol Society*, 10 juin 1874.
(4) Sydney, 1873. — *Geol Mag.*, 1874, 561.
(5) *Revue de géologie*, X, 29.

	Morceaux de calcaire triés.	Sable.	Argile insaturée par CH et silice.	Fe^2O^3	CaO	MgO	KO	ClH	SO^3	PO^5	Perte au feu.	Somme.
I	4,00	8,00	70,00	4,50	traces	1,00	»	»	»	»	12,00	99,50
II	2,60	6,40	65,00	9,00	traces	1,60	»	»	»	»	14,60	99,20
III	»	72,60		5,00	1,00	0,60	»	»	»	traces	20,60	99,80
		SiO^2	Al^2O^3									
IV	»	54,00	20,20	4,00	5,00	2,00	0,40	0,05	traces	traces	13,60	99,25

Les terres calcaires des environs de Dijon (I, II), contiennent des débris calcaires, qui en ont été enlevés par triage, avant l'analyse; mais, après ce triage, elles ne renferment plus que des traces de carbonate de chaux. Ce résultat est conforme à ce qui a été observé à différentes reprises pour des terres calcaires des environs de Paris.

La terre d'étang de l'Hôpital (III) s'est déposée dans un bassin hydrographique qui est constitué par du sable quartzeux provenant de la désagrégation du grès vosgien; son résidu insoluble doit donc être siliceux et consister essentiellement en quartz réduit en parcelles microscopiques. On peut observer qu'elle contient un peu de chaux, bien que le grès vosgien ne fasse généralement pas effervescence avec l'acide. Son gisement est analogue à celui de la terre de la Canau qui s'est également déposée au fond d'un marais et dans un bassin hydrographique formé par le sable quartzeux des Landes (1).

La terre de la Prairie du Colorado (IV) est très-argileuse et très-pauvre en acide phosphorique; toutefois elle renferme de la potasse, de la chaux, de la magnésie, de l'oxyde de fer, c'est-à-dire les principales substances minérales qui sont utiles au développement des plantes.

SAINT-CHARLES. — Le sol et le sous-sol des prés marécageux de Saint-Charles, près Reims, ont été analysés par M. Maridort (2), qui leur a trouvé la composition suivante :

I Sol de $0^m,70$ d'épaisseur, contenant 33 p. 100 d'eau.
II Sous-sol de $0^m,40$ d'épaisseur, contenant 34,50 p. 100 d'eau.

(1) *Revue de géologie*, XI, 31.
(2) Diancourt : *De l'épuration des eaux d'égout et de leur emploi au profit de l'agriculture*, 1874.

	I.	II.
Carbonate de chaux	72,67	76,96
Argile, sable siliceux	14,20	11,72
Silice, alumine, alcalis, oxyde de fer, magnésie	2,70	2,20
Matières organiques	10,51	8,98
	100,08	99,86

Cette terre repose sur la tourbe dont l'analyse a été donnée précédemment; elle est très-riche en carbonate de chaux, parce qu'elle provient d'alluvions qui se sont déposées dans un bassin de craie.

Comme on devait s'y attendre, ses matières organiques diminuent dans la profondeur.

Reims. — M. Maridort a encore fait l'analyse du sol et du sous-sol qui sont superposés au terrain de craie blanche des environs de Reims :

I Sol contenant 14,32 p. 100 d'eau.
II Sous-sol crayeux contenant 11,83 p. 100 d'eau.

	I.	II.
Carbonate de chaux	81,42	93,39
Id. de magnésie	0,30	0,30
Sable siliceux	9,15	1,75
Argile	4,85	3,35
Oxyde de fer	1,60	0,80
Matières organiques	2,72	0,44
Somme	100,04	100,03

En résumé, M. Maridort a constaté que dans les terres arables crayeuses, formées aux dépens de la craie, des environs de Reims, le carbonate de chaux est toujours très-dominant, comme on pouvait le prévoir, et que sa proportion varie de 75 à 95 p. 100. Le sable siliceux y représente de 1 à 15 p. 100, l'argile de 0 à 6 p. 100 au plus; et, comme dans la plupart des terres calcaires, on y trouve très-peu d'humus. Quant à l'azote, son dosage, fait pour un échantillon, a donné 0,16 p. 100.

Les terres appartenant au terrain de transport de la Vesle, qui coule dans la craie, sont d'ailleurs beaucoup moins riches en carbonate de chaux (1).

(1) *Revue de géologie*, XI, 31.

Roumanie. — Une *terre noire* provenant d'Agiud, district de Putna, a été analysée par M. Grandeau (1). Un litre de cette terre, bien tassée, arrosée d'eau, puis séchée à l'air, pèse $1^k,151$; son coefficient d'absorption pour l'eau est 52. Voici quelle est sa composition physique :

Sable fin	63,7	100
Id. très-argileux	15,0	
Argile et matières organiques	21,3	

Sa composition chimique est la suivante, pour 1.000 parties de terre séchée à l'air et attaquée à froid par l'acide chlorhydrique concentré :

Sable, silice, argile. (Résidu insoluble)	SiO^2	Al^2O^3, et Fe^2O^3	CaO	MgO	KO	NaO	PO^5	SO^3	CO^2	Cl	AZOTE organique.	AZOTE ammoniacal.	AZOTE nitrique.
819,18	0,17	35,32	7,01	2,69	2,00	1,45	1,05	0,57	0,24	0,17	3,44	0,17	0,01

Cette terre noire de Roumanie est tout à fait analogue à celle de la Russie, de laquelle nous allons parler et qu'on désigne sous le nom de *Tschernoïsem*.

Russie. — La terre noire ou *Tschernoïsem*, qui occupe un tiers de la Russie d'Europe, s'étend d'une part jusqu'en Allemagne, d'après M. le professeur Orth, et d'autre part jusque sur les pentes septentrionales du Caucase (2). L'analyse a montré que dans les couches supérieures, elle contient environ 10 p. 100 d'humus et de matières organiques sèches, 70 de silice et de silicate et $\frac{1}{2}$ d'acide phosphorique. Cependant sa richesse en matières organiques varie beaucoup; car, à Pultava, elle peut s'élever jusqu'à 17 pour 100; de plus, elle diminue toujours dans les couches inférieures, dans lesquelles elle se réduit à 5 p. 100 (3). M. Ruprecht, qui s'est occupé de la formation du *Tschernoïsem*, a fait observer qu'on n'y trouve pas de coquilles marines ou d'eau douce, mais seulement une grande abondance de phytolithaires. Cette terre provient donc d'une végétation, comme celle de la *terre des herbes*, qui se continuant, pendant une très-longue période, a donné lieu à une grande accumulation d'humus et aussi de silice provenant de graminées;

(1) Obédénare : *La Roumanie économique*, p. 13.
(2) E. Favre : *Rec. géol. dans la partie centrale de la chaîne du Caucase*, 105.
(3) Voir aussi Grandeau : *Revue de géologie*, XI, 28 et 29.

à mesure que l'épaisseur de la terre augmentait, la végétation devait être plus active, ce qui explique pourquoi l'humus devient lui-même de plus en plus abondant dans les couches supérieures.

M. Ruprecht constate que le *Tschernoïsem* s'est formé sur les plateaux et sur les collines, mais qu'il manque le long des cours d'eau. Il manque surtout dans les steppes et sur les sables mouvants qui ne sont pas propres à la végétation herbacée. En outre, le *Tschernoïsem* est limité vers le nord par la mer qui couvrait le nord de la Russie à l'époque quaternaire, car on n'y trouve jamais des blocs erratiques apportés par les glaces flottantes. D'un autre côté, il est limité vers le Sud par les anciens rivages de la mer Caspienne et d'après M. Barbot de Marny, il peut même très bien servir à les repérer.

Roches diverses.

Eaux.

Les analyses des eaux étant extrêmement nombreuses, nous mentionnerons surtout celles qui offrent le plus d'intérêt au point de vue géologique, renvoyant pour les autres au *Jahresbericht der Chemie*, publié par MM. Alexandre Naumann, Nies et leurs collaborateurs.

Eaux douces.

CHATEAUDUN. — M. L. Durand-Claye a analysé les eaux des puits de la ville de Châteaudun (Eure-et-Loir); un litre de l'une de ces eaux étant évaporé à sec a donné un résidu qui avait la composition suivante :

SO^3	Cl	SiO^2	Fe^2O^3 Al^2O^3	CaO	MgO	Alcalis.	CO^2 etc.	Résidu total.
0,012	0,022	0,005	0,002	0,104	0,004	0,013	0,166	gr. 0,323

Ces eaux s'infiltrent dans la craie; elles reçoivent des matières organiques qui proviennent de la ville elle-même et qui tendent à les rendre impures.

CANTENAC. — L'eau d'un puits artésien, foré dans le terrain tertiaire, à la profondeur de 108 mètres, au château d'Issan, commune de Cantenac (Gironde), a été analysée par M. L. Durand-Claye.

Un litre de cette eau contenait :

SiO^2	Al^2O^3 Fe^2O^3	CaO	MgO	Alcalis.	SO^3	Cl	CO^2	Somme.
0g,012	0g,004	0g,076	0g,009	0g,093	0g,055	0g,025	0g,096	0g,370

Eaux minérales.

HAMMAM MESCHOUTIN. — Les eaux thermales d'Hammam Meschoutin dans la province de Contantine, qui étaient déjà utilisées par les Romains, ont été analysées par M. Braun (1).

NaCl	MgCl	KCl	CaCl	SO^3, CaO	SO^3.MgO	SO^3, NaO
0,41560	0,07864	0,01839	0,01085	0,38086	0,00673	0,17653

CO^2, CaO	CO^2, MgO	CO^2, SiO	As	SiO^2	Matières organiques.	Somme *
0,25722	0,04235	0,00150	0,00050	0,07000	0,06000	1g,51917

* Traces de fluor et d'oxyde de fer.

Les résultats, exprimés en grammes, sont rapportés à 1 litre d'eau.

Le gaz dégagé de la source se compose de 97,0 p. 100 d'acide carbonique, 0,5 d'hydrogène sulfuré et 2,5 d'azote.

Ces eaux sortent d'un tuf calcaire, superposé à un grès tertiaire; leur température est de 97° et leur débit de 6.000 litres par minute.

BALTA-ALBA. — Une eau minérale salée forme le lac Balta-Alba, dans le district de Romaic-Sarat, en Roumanie (2). D'après MM. Caillat, Davila et Bernath, cette eau présente une densité moyenne de 1,02. Elle a une saveur salée, alcaline, et elle contient par litre 15 grammes de sels qui consistent surtout en chlorure de sodium, carbonate et sulfate de soude; on y trouve en outre un peu de carbonate de chaux, ainsi que des traces de sels de fer et de magnésie.

Près des bords, l'eau devient blanchâtre et répand une odeur d'hydrogène sulfuré, ce qui est attribué à la décomposition de ses sulfates par les excréments d'oiseaux aquatiques. La boue des bords du lac, qui est brun verdâtre, répand la même odeur et, en se desséchant, se couvre d'efflorescences blanchâtres; il s'y développe d'ailleurs la salsola et la salicorne, c'est-à-dire les plantes qui caractérisent les terrains très-salés.

SARATOGA. — MM. Chandler et F. A. Cairns (3) ont donné la composition d'une eau minérale artésienne de Saratoga (New-York). Elle provient d'un sondage de 89 mètres de profondeur et les résultats de l'analyse, exprimés en grammes, sont pour 10 litres :

(1) *Jahresbericht der Chemie*, 1872, 1188.
(2) Obédénare : *la Roumanie économique en* 1875.
(3) *Jahresbericht der Chemie*, 1872, 1188.

NaCl	KCl	NaBr	NaI	$2CO^2$, LiO	$2CO^2$, NaO	$2CO^2$, MgO	$2CO^2$, CaO	$2CO^2$, SrO	$2CO^2$, BaO	$2CO^2$, FeO	SO^3, KO	PO^5, NaO	Al^2O^3	SiO^2	Somme.
120,45	6,94	0,61	0,04	1,07	3,02	33,27	38,95	0,01	0,36	0,11	0,04	traces	0,08	0,12	205^{5},07

On a trouvé, en outre, 20.149 centimètres cubes d'acide carbonique gazeux, des traces de fluor et d'acide borique, ainsi que des matières organiques.

Influence des terrains sur la composition des eaux. — La composition chimique des eaux dépend surtout de la nature minéralogique des terrains qu'elles arrosent, ou à travers lesquels elles s'infiltrent (1). Différentes analyses d'eaux, qui ont été faites récemment par MM. Truchot et Finot (2), mettent bien ce fait en évidence pour l'Auvergne.

DÉSIGNATION DES EAUX.	SiO^2	CaO	KO	NaO	PO^5
Terrains granitiques.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.
Montaigut	40	traces.	2,7	2,0	traces.
La Celle	9	2,4	2,5	3,6	traces.
Sauviat	29	25,0	1,9	6,4	traces.
Estandeuil	28,5	13,5	8,2	13,5	traces.
Terrains volcaniques.					
Nohanent	33	traces.	1,4	»	0,873
Lac Pavin	25	traces.	1,2	4,9	1,080
Rivière la Couze, à Issoire	17	traces.	1,5	5,0	0,850

Terrains calcaires.

	CaO,CO^2	MgO,CO^2	Carbonates alcalins.	$NaCl^2$	NaO,SO^3	NaO,AzO^5	Matières organiques.	Somme	Gaz dissous. O	Gaz dissous. Az	Gaz dissous. CO^2
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	cc.	cc.	cc.
Clermont	0,171	0,061	0,094	0,227	0,273	0,060	0,078	0,962	5,3	17,2	10,2
Aubière	0,450	0,266	0,075	0,376	0,297	0,040	0,055	1,559	4,1	18,9	15,8

D'après ces analyses, dont les résultats sont rapportés à 1 litre, on voit que les eaux des terrains granitiques sont plus pures que celles des terrains volcaniques, et que toutes deux le sont plus que celles des terrains calcaires. Les eaux granitiques se montrent

(1) *Revue de géologie*, XII, 32.
(2) *Observations sur la composition des terres arables de l'Auvergne.*

assez riches en potasse et en silice, et ne contiennent que des traces d'acide phosphorique; les eaux volcaniques sont assez riches en silice et surtout elles renferment beaucoup d'acide phosphorique; mais elles ont moins de potasse que les précédentes. Quant aux eaux calcaires de Clermont et d'Aubière, elles sont beaucoup plus chargées de matières minérales. Indépendamment de ce qu'elles sont riches en carbonates de chaux et de magnésie, elles contiennent une proportion notable de chlorure de sodium, ainsi que du sulfate de soude, tandis que l'acide phosphorique paraît y faire défaut.

Guano.

Des débris de l'industrie humaine ont été trouvés dans le guano des Iles Chincha, et M. J. T. Hutchinson (1) a signalé, en particulier, des poteries artistiques qui provenaient d'une profondeur de 20 mètres.

Il est donc bien visible que, comme la tourbe, le guano continue à se former de nos jours et qu'il s'en est produit des couches d'une grande épaisseur depuis l'époque actuelle.

Nitrate de soude.

PÉROU. — La composition du nitrate de soude du Pérou a été déterminée par M. R. Wagner (2).

NaO, AzO^5	NaO, AzO^3	NaCl	KCl	NaO, SO^3	NaO, IO^5	MgCl	X *	Somme.
94,03	0,31	1,52	0.61	0,92	0,29	0,96	1,96	100,63

* Eau avec matières organiques et traces d'acide borique.

Suivant M. E. Schaer, ce nitrate de soude proviendrait de l'oxydation de plantes marines et peut-être même de matières animales.

Alunite.

MADRIAT. — Un important gisement d'alunite a été reconnu, en 1873, par M. Peccadeau, dans les argiles rouges tertiaires des environs de Madriat, arrondissement d'Issoire (Puy-de-Dôme); voici les caractères qu'il présente, d'après l'étude qu'en a faite M. H. Amiot, ingénieur des mines (3).

Ce gisement est à l'extérieur du vaste amphithéâtre du Lembron, que traverse la Couse d'Ardes, à sa sortie d'une gorge étroite,

(1) *Journ. anthropolog. Inst.*, IV. 1875.
(2) *Berg u. Hütten. Zeitung*, XXIX, 134. — *Jahresberischt der Chemie.* Al. Naumann : 1870, 1327.
(3) Lettre adressée à M. Delesse, novembre 1875.

creusée dans le plateau du Cézallier; le fond en est occupé par du gneiss et du terrain tertiaire, et des crêtes basaltiques forment les bords. Le terrain tertiaire de cette contrée appartient à l'extrémité sud de la Limagne. On y distingue, de bas en haut : 1° un arkose à grains fins, à ciment feldspathique, d'un rouge violacé, feuilleté, et ressemblant beaucoup à un gneiss altéré, puissant de 15 mètres environ; 2° une argile d'un beau rouge sang de bœuf, homogène, compacte, très-dure une fois sèche, et épaisse de 30 à 35 mètres; 3° des argiles sableuses, rougeâtres ou jaunâtres contenant plusieurs bancs de grès quartzeux, dur, et passant vers le haut à des marnes avec bancs de calcaire marneux, le tout puissant d'environ 150 mètres; sur ces assises s'étend le basalte.

L'alunite se trouve dans l'argile rouge sang de bœuf. Elle forme des espèces d'ellipsoïdes irréguliers, dont le grand axe est vertical et atteint 2 ou 3 mètres, tandis que le diamètre horizontal ne dépasse guère 1 mètre ou $1^{m},50$ Dans les gîtes explorés jusqu'ici, ces boules se tiennent à un niveau à peu près constant; elles forment, en moyenne, environ la moitié du volume total d'une assise épaisse de 4 à 5 mètres, que l'on a déjà reconnue sur une surface de 4.500 mètres auprès du village de la Brugère et de 2.000 mètres dans le communal de Madriat. Une deuxième assise à alunite, située 5 ou 6 mètres plus bas, et encore peu étudiée, existe aussi à la Brugère. La surface des boules est toujours très-nettement séparée de l'argile rouge, sans aucune transition; quelquefois, de minces filets d'argile existent entre deux boules. L'argile des gîtes d'alunite a elle-même une tendance à se diviser en boules formées d'enveloppes concentriques.

Les caractères extérieurs de l'alunite de Madriat sont assez variables : tantôt elle est blanche, avec une consistance qui va de celle de la farine à celle de la craie; tantôt elle est jaunâtre ou rougeâtre, et plus dure; dans ce cas, elle est impure. Beaucoup de boules sont jaunâtres ou rougeâtres à l'intérieur et blanches vers la surface. L'alunite blanche peut facilement être confondue avec le kaolin; mais elle s'en distingue de suite par sa perte au feu qui est de 35 à 41 pour 100. Voici du reste les analyses faites par M. H. Amiot, au laboratoire de Clermont, auxquelles nous joignons une analyse (V) faite au Bureau d'essai sous la direction de M. Moissenet :

I	Mine de la Brugère, niveau supérieur; farine blanche.	
II	Id. niveau inférieur.	Échantillons plus ou moins roses et assez durs.
III	Mine de Madriat (qualité au-dessous de la moyenne).	
IV	Mine dite d'Augnat.	

V Échantillon remis à l'École des mines, comme venant des environs de Saint-Germain-Lembron.

VI Argile rouge encaissant l'alunite de la mine de la Brugère.

	I	II	III	IV	V	VI
KO	10,6	6,3	7,5	4,0	8,6	1,1
Al^2O^3	36,3	38,1	38,3	39,8	38,0	39,3
Fe^2O^3					6,3	
CaO	1,9	2,4	2,1	2,6	1,4 *	2,1
SiO^2	2,3	13,4	11,0	17,3	8,6	45,8
SO^3	34,7	23,9	25,2	19,7	31,3	1,7
HO	14,5	14,6	14,6	16,1	11,6	9,3
	100,3	98,7	98,7	99,5	99,8	99,3

* Traces de magnésie.

On peut interpréter ces analyses en admettant que les boules se composent d'un mélange d'argile rouge et d'alunite pure, $KO, SO^3 + 3(Al^2O^3, SO^3) + 6HO$, avec un excès d'alumine hydratée et un peu de chaux.

M. H. Amiot observe que la formation des boules d'alunite est difficile à expliquer d'une manière complète, mais qu'elle doit avoir été contemporaine du dépôt de l'argile rouge.

Il a constaté d'ailleurs que les terrains tertiaires des environs de Madriat sont coupés par des failles nombreuses; l'une d'elles, dirigée S. 40° E., détermine un rejet de 130 mètres. Cette direction, qui est celle du système du mont Serrat (S. 40° 58' E. à Clermont), est la plus répandue parmi celles qu'affectent ces accidents; c'est aussi la direction de la grande faille, déterminant un rejet de 200 mètres qui limite au S.-O. le bassin houiller de Brassac.

Phosphorite.

Pays de Galles. — M. Hicks (1) a reconnu que les roches cambriennes du Pays de Galles contiennent une proportion de phosphate et de carbonate de chaux bien supérieure à ce qu'on avait supposé jusqu'ici. Contrairement aux résultats antérieurement publiés par Daubeny, l'auteur affirme que ces substances minérales existent en quantité notable dans le groupe de Longmynd, dans le Ménévien et dans le groupe de Tremadoc et que, par suite, la vie animale était déjà largement développée dans les mers à l'époque cambrienne. Quelques couches contiennent jusqu'à 10 p. 100 de phosphate de chaux et plus de 40 p. 100 de carbonate. M. Hicks pense que les principaux producteurs d'acide

(1) *Geol. Society*, 24 mars 1875.

phosphorique dans les mers anciennes étaient les crustacés et spécialement les trilobites; il se base sur ce que, parmi ces animaux, il en est dont les carapaces renferment de 40 à 50 p. 100 de phosphate de chaux.

Conformément aux observations faites déjà par d'autres savants, M. Hicks a constaté que partout où affleuraient les couches riches en phosphate de chaux, le sol végétal était exceptionnellement fertile.

M. Hudleston a exécuté de nombreuses analyses à l'appui du travail de M. Hicks. Il a trouvé 1,62 p. 100 d'acide phosphorique dans un schiste enveloppant un trilobite; 0,11 p. 100 seulement dans la même roche au contact d'un trapp et 17,05 p. 100 dans une portion de trilobite. Une carapace de homard ne donnant que 3,26 p. 100, il est très-probable que le têt calcaire du trilobite a été enrichi par une substitution de phosphate de chaux.

— M. D. C. Davies (1) a décrit une couche de phosphorite qu'on exploite sur une étendue considérable dans la partie septentrionale du Pays de Galles. Ce gisement est situé à la base du calcaire silurien de Bala; la couche mesure de 25 à 40 centimètres et consiste en concrétions, colorées en noir par du graphite; sa richesse moyenne en phosphate de chaux est de 46 p. 100; celle de certaines concrétions peut atteindre 64 p. 100. Le dépôt est superposé à du calcaire cristallin et quelquefois des veines minces d'un calcaire semblable le divisent en deux ou trois couches. Les fossiles rencontrés dans la formation de Bala, au voisinage du gisement, sont transformés en phosphorite et l'auteur attribue à ce minéral une origine purement organique. Telle est aussi la conclusion de M. Hawkins Johnson (2), qui a reconnu dans la phosphorite du calcaire de Bala la structure spongiaire; il y a vu également un grand nombre de corps étrangers, consistant en fragments de mollusques, de crustacés, probablement aussi des coscinopora et des spicules de spongiaires.

Calvados. — MM. de Molon et Guillier (3) ont fait connaître du phosphate de chaux appartenant à l'oolithe inférieure du Calvados. A Saint-Vigor-le-Grand, à la partie supérieure du calcaire noduleux nommé *Malière*, on trouve un banc tuberculeux de phosphate de chaux qui est à peu près compacte et rappelle par

(1) *Geol. Society*, 27 janv. 1875.
(2) *Geol. Society*, 24 mars 1875.
(3) *Rapport sur les gisements de phosphate de chaux de l'oolithe inférieure du Calvados* (Exposition de géographie).

son aspect le *tun* de la craie de Lille. Son épaisseur varie de $0^m,15$ à $0^m,25$. Il contient Ammonites Murchisonæ, Am. Sowerbyi, Lima heteromorpha. Au-dessus, vient un poudingue ayant environ $0^m,15$ d'épaisseur et formant la base de l'oolithe ferrugineuse de Bayeux. Ce poudingue, dans lequel on rencontre le Belemnites giganteus, renferme des nodules qui consistent également en phosphate de chaux; ils ont au plus la grosseur du poing et sont enveloppés par des couches ferrugineuses concentriques. Les deux couches de phosphate de l'oolithe inférieure sont surtout développées aux environs de Bayeux; mais MM. de Molon et Guillier les ont repérées dans toute l'étendue du Calvados, et ont pu tracer leurs affleurements sur une carte à grande échelle. La couche supérieure est la moins constante et manque quelquefois complétement; quant à la couche inférieure, elle ne fait jamais défaut, bien que son épaisseur varie : en résumé, les deux couches réunies n'ont pas moins de $0^m,20$ d'épaisseur et elles sont susceptibles d'être exploitées avantageusement pour l'agriculture.

Meuse. — M. Nivoit (1) a fait des recherches sur les phosphates de chaux du département de la Meuse. Ces phosphates s'y rencontrent à trois niveaux différents :

1° Dans les sables verts, où ils sont réunis en une couche dont l'épaisseur varie de 5 à 25 centimètres;

2° Dans le gault, où ils se trouvent disséminés en nodules dans l'argile, sans former des couches exploitables;

3° Dans la gaize, à une quinzaine de mètres au-dessus de la base de la formation; ils constituent une couche variable entre 5 et 30 centimètres; quelquefois les nodules s'y réduisent à une pellicule mince autour d'un noyau de gaize blanche.

Cette couche de la gaize n'est exploitée que depuis peu de temps. Sa teneur moyenne en acide phosphorique se maintient aux environs de 25 p. 100, tandis que celle des nodules des sables verts n'est guère que de 17 p. 100.

M. Nivoit constate que les caractères des nodules attestent une formation contemporaine de celle de la roche encaissante. Quant à l'origine du phosphate de chaux servant de matière agglutinante, elle lui semble pouvoir être attribuée aussi bien à des sources minérales qu'à des accumulations de débris d'animaux.

---

(1) *Notice sur le gisement et l'exploitation des phosphates dans la Meuse.* — Bar-le-Duc, 1874.

TARN-ET-GARONNE. — M. Rey-Lescure (1) a publié une étude sur les dépôts de phosphorite du Tarn et-Garonne.

Les phénomènes geysériens lui paraissent avoir amené dans cette région des eaux chargées de phosphate de chaux, qui ont déposé cette substance dans de véritables filons, en rapport avec les failles orientées à travers les calcaires du corallien et de l'oxfordien. Ces éruptions ont pu commencer à la fin de l'époque crétacée ; mais elles ont eu leur maximum d'intensité pendant l'éocène moyen et l'éocène supérieur, lors des émissions sidérolithiques. Elles ont déversé sur les plateaux jurassiques le phosphate, les oxydes de fer et de manganèse, en même temps que des sables et des cailloux quartzeux, ainsi que des argiles jaunes et rouges ; plus tard, ces dépôts ont été érodés et les matériaux provenant de leur remaniement ont été entraînés dans des dépressions par des courants fluvio-lacustres. Enfin les épanchements de phosphate étaient accompagnés, par exemple à Varen dans la vallée de l'Aveyron, d'émissions geysériennes de gypse.

M. Rey-Lescure fait observer qu'aucune carrière n'a encore été abandonnée comme étant fermée en profondeur et offrant la forme d'une poche.

Ces dépôts de phosphates du S.-O. de la France contiennent du reste une faune nouvelle de vertébrés qui ont été étudiés en partie par M. Filhol et qui indiquent l'éocène supérieur (2).

DIVERS. — Des phosphates de chaux provenant de différentes localités ont encore été analysés au Bureau d'essai de l'École des mines, sous la direction de M. Moissenet :

---

(1) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 398.
(2) *Revue de géologie*, X, 43.

DÉSIGNATION DES LOCALITÉS.	$3CaO, PO^5$	SO^3	PYRITE de fer.	OBSERVATIONS.
Wissant (Pas-de-Calais)	39,30	0,93	9,96	Ces phosphates contiennent du calcaire et un peu d'argile.
Locquinghen id.	34,56	»	»	
Brunenberg id.	33,75	0,61	2,10	
Lottinghem, canton de Desvres, arrondissement de Boulogne (Pas-de-Calais)	43 à 52	»	»	
Chaudefontaine, arrondissement de Sainte-Ménehould (Marne)	36,67	»	»	
Béziers (Hérault)	37,29	»	»	
Frontignan (Hérault)	20 à 59	»	»	
Caylus (Tarn-et-Garonne)	86,72	»	»	Phosphate, blanc zoné.
Id. id.	81,98	»	»	Phosphate blanc et jaune, concrétionné.
Villeneuve, arrondissement de Villefranche de Rouergue (Aveyron)	72,81	»	»	Phosphate jaunâtre avec parties blanches et rouges.
La Major, province de Caceres (Espagne)	55,89	»	»	Phosphate terreux.
La Major, province de Caceres (Espagne)	31,82	»	»	Id. rougeâtre.
Corina, province de Cordoue (Espagne)	74,00	»	»	Id. zoné.
Margarita, province de Caceres, Estramadure (Espagne)	68,47	»	»	Id. blanc verdâtre, compacte.

Le phosphate de Villeneuve (Aveyron) est remarquable par la présence d'une notable proportion d'iode qui s'y trouve à la dose de $1^{g},62$ pour 100 kilog. de phosphate.

Roches calcaires.

Calcaire tuffacé.

FONTENAILLES. — Un tuf calcaire, déposé par la fontaine incrustante de Fontenailles, près d'Arromanches sur les côtes du Calvados, à 10 kilomètres à l'Est de Port-en-Bessin, a donné à M. Durand-Claye les résultats suivants :

CaO	MgO	Al^2O^3, Fe^2O^3	CO^2 et Perte au feu.	Résidu insoluble.	Somme.
51,50	0,15	0,60	43,10	4,65	100

Calcaire lacustre.

COULOMMIERS. — Le calcaire lacustre moyen de Coulommiers (Seine-et-Marne) a été analysé par M. Durand-Claye, au Laboratoire de l'École des ponts et chaussées :

CaO	MgO	Al^2O^3, Fe^2O^3	Résidu insoluble.	CO^2 et perte au feu.	Somme.
32,80	1,00	2,90	31,60	31,70	100

Craie.

IRLANDE. — La craie du nord-est de l'Irlande, qui est très-dure, a été examinée par M. J. Wright (1) et les fossiles microscopiques de la craie de l'Angleterre y ont été retrouvés. M. Wright les a spécialement observés dans la poudre blanche qui se rencontre à l'intérieur des silex et il y a distingué, indépendamment des coraux et des polyzoaires, un grand nombre de foraminifères, d'ostracodes ainsi que des spicules de spongiaires. Parmi les genres de foraminifères les mieux représentés, M. Wright indique Trochammina, Lituola, Lagena, Nodosaria, Dentalina, Frondicularia, Flabellina, Pleurostomella, Lingulina, Marginulina, Vaginulina, Planularia, Cristellaria, Polymorphina, Globigerina, Pullenia, Textularia, Gaudryina, Virgulina, Verneuilina, Bulimina, Planorbulina, Truncatulina, Pulvinulina, Rotalia.

Calcaire oolithique.

LOT. — Deux calcaires jurassiques du département du Lot ont été analysés par M. Moissenet. Le premier, à cassure un peu esquilleuse, a été pris au mur de la couche de combustible qui s'exploite dans l'oolithe inférieure, à 2 kilomètres à l'ouest de Cajarc. Il a une couleur grise, due à ce qu'il est imprégné par des matières bitumineuses fournies par le combustible qui le recouvre. Le deuxième, appartenant à l'oolithe supérieure, est gris clair et provient du moulin de la Béraudie, sur la rive gauche du Lot, près de Cahors. Ces calcaires contiennent seulement quelques centièmes d'argile.

	CaO	MgO	FeO	Argile.	CO^2 et perte au feu.	Somme.
I	52,00	1,00	0,40	4,00	42,50	99,90
II	52,50	»	0,50	5,50	41,50	100,00

CHARENTE. — Deux calcaires appartenant à l'oolithe jurassique inférieure du département de la Charente et provenant de Chasseneuil (I) ainsi que de Taponnat (II), ont été analysés à l'École des ponts et chaussées :

	CaO	MgO	Al^2O^3 Fe^2O^3	Résidu argileux insoluble.	PO^5	CO^2 et perte au feu.	Somme.
I	53,90	0,20	0,30	0,30	0,04	45,26	100,00
II	53,97	0,30	0,10	0,73	0,01	44,89	100,00

Ces calcaires jurassiques sont presque purs et ne sont mélangés que d'une très-faible proportion d'argile; on les exploite pour

(1) *British Association*. Belfast, 1874.

fabriquer de la chaux grasse, qui, dans la région, est avantageusement employée en agriculture et sert spécialement à l'amélioration des terres granitiques. La proportion d'acide phosphorique de ces calcaires jurassiques est du reste bien minime.

Calcaire lithographique.

SOLENHOFEN. — Le calcaire lithographique de Solenhofen, traité par un acide, laisse un résidu insoluble dont la composition a été déterminée par M. Pfaff (1) :

SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	CaO, MgO	Alcalis.	Somme.
62,21	11,16	20,69	2,15	3,79	100,00

M. F. Pfaff observe que ce calcaire de Solenhofen, de même que la vase actuelle des grandes profondeurs de l'Atlantique, provient en partie d'un dépôt mécanique et non pas seulement d'une secrétion organique (2).

Remarquons aussi, à ce sujet, qu'un calcaire, même à peu près pur, comme celui de Solenhofen, contient cependant de petites quantités de silice, d'alcalis et de bases qui peuvent par conséquent donner lieu à la formation de micas et de minéraux très-variés, lorsqu'il est ensuite soumis au métamorphisme.

Marne.

ARIÉGE. — Des marnes de Saint-Girons (I) et d'Arsagne (II), qui sont employées en agriculture, ont été analysées au laboratoire de l'École des ponts et chaussées par M. L. Durand-Claye :

	CaO	MgO	Al^2O^3, Fe^2O^3	KO	PhO^5	Résidu insoluble.	Perte au feu.	Somme.
I	29,30	0,33	3,30	0,30	0,05	39,40	27,32	100
II	6,75	0,55	7,67	0,30	0,08	72,05	12,00	100

Calcaire cristallin.

WARWICK. — Un boro-titanate, constituant un minéral nouveau, a été trouvé dans un calcaire cristallin près de Warwick, dans l'État de New-York ; il a reçu de M. S. Shepard le nom de *Warwickite*. Sa densité est 3,351 d'après M. Brush, et M. Lawrence Smith (3), qui a étudié et analysé la *Warwickite*, la représente par la formule :

$$5MgO, 3BO^3 + (MgO, FeO)TiO^2.$$

(1) *Allgemeine Geol. als exacte Wissenschaft*, etc, 84.
(2) *Revue de géologie*, XI, 44.
(3) *Comptes rendus*, 1874, LXXIX, 696.

PENNSYLVANIE. — M. M' Creath (1) a examiné divers calcaires cristallins et plus ou moins magnésiens de la Pennsylvanie, et voici les résultats de quelques-unes de ses analyses :

I Calcaire bleu foncé et fortement cristallin de Clearfield.
II Calcaire dur, compacte, gris bleuâtre, à cassure conchoïdale, avec cristaux de pyrite; il a été pris à un mille au Nord de Caledonia.
III Calcaire compacte, gris bleuâtre, d'Alburtis.

	CaO, CO^2	MgO, CO^2	S	P	Résidu insoluble.	Somme.
I	91,88	1,89	0,14	0,03	2,77	96,71
II	66,91	9,84	0,12	0,07	16,13	93,07
III	47,89	39,59	traces	0,02	11,26	98,76

Ces analyses donnent le soufre et le phosphore qu'il est toujours utile de connaître, lorsque des calcaires doivent être employés soit à la fabrication de la chaux, soit dans la métallurgie ou dans l'agriculture.

Dolomie.

HAUTE-SAÔNE. — Trois dolomies appartenant à l'étage des marnes irisées, recueillies à Gouhenans (I), Vouhenans (II), et Fontaine-lès-Luxeuil III, dans la Haute-Saône, ont été analysées par M. Léon Durand-Claye :

	CaO	MgO	Al^2O^3 Fe^2O^3	Résidu insoluble.	CO^2, HO etc.	Somme.
I	32,95	16,40	1,80	2,55	46,30	100
II	21,80	18,20	1,80	7,70	44,50	100
III	30,60	19,70	1,10	2,30	46,30	100

Marne magnésienne gypseuse.

LAGNY. — Une marne gypseuse de la carrière d'albâtre de Lagny, dans Seine-et-Marne, a été analysée sous la direction de M. Moissenet :

CaO	MgO	Fe^2O^3	Silice et argile	CaO, SO^3	Acide carbonique, eau et perte au feu.	Somme.
20,50	21,60	3,60	6,00	10,80	36,60	99,10

Cette marne, qui est formée de calcaire magnésien, mélangé sans doute à une argile magnésienne, est en outre accompagnée de gypse.

Roches siliceuses.

Ménilite.

COULOMMIERS. — Un silex ménilite, compacte, à éclat résineux et

(1) *Second geological survey of Pennsylvania*, 1874-1875.

ayant une couleur jaune brunâtre, s'observe dans le calcaire lacustre de Coulommiers (Seine-et-Marne), dont l'analyse a été donnée précédemment; voici quelle est sa composition, d'après M. Léon Durand-Claye :

SiO^2	Al^2O^3, Fe^2O^3	CaO	MgO	CO^2, HO et perte au feu.	Somme.
75,60	0,60	10,70	0,30	12,80	100,00

Passé dans le four à chaux, ce silex ménilite donne un silicate de chaux, d'un blanc légèrement verdâtre, dont la formation doit être attribuée à du carbonate de chaux, qui est très-intimement disséminé dans sa masse et produit une très-longue effervescence lorsqu'on le traite par l'acide chlorhydrique.

Silex.

Le phtanite, ainsi que le silex de la craie et des calcaires marins, qui forment habituellement des rognons discontinus et quelquefois des bancs atteignant l'épaisseur de 1 mètre, peuvent, dans certains gisements, constituer des bancs d'une remarquable puissance. En effet, les Expéditions Suédoises dans les mers arctiques ont signalé, au Spitzberg, des bancs de silex qui sont intercalés dans le calcaire carbonifère, et qui dépassent une centaine de mètres.

Silice terreuse.

Toucy. — Deux échantillons de terres siliceuses des argiles bigarrées néocomiennes de Toucy, dans le département de l'Yonne, ont été analysés sous la direction de M. Moissenet; I dit *blanc léger*, II dit *blanc lourd :*

	Silice soluble dans la potasse.	Silice insoluble dans la potasse.	Al^2O^3	Fe^2O^3	CaO	MgO	Eau.	Somme.
I	6,00	78,60	6,00	1.60	1,60	traces	5,30	99,10
II	4,80	83,00	2,00	3,60	1,00	0,20	4,60	99,20

On voit que ces terres contiennent plusieurs centièmes de silice soluble dans les alcalis et très-peu de chaux.

Sable.

Rieupeyroux. — Un sable feldspathique, exploité pour la fabrication du verre à Rieupeyroux, arrondissement de Villefranche (Aveyron), a été analysé au Bureau d'essai de l'École des mines :

SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	CaO	MgO	Alcalis.	Perte au feu.	Somme.
74,60	18,00	0,25	1,30	0,10	0,93	4,70	99,88

EURE. — MM. Potier et Douvillé (1) ont donné la composition de deux échantillons de sable quartzeux du département de l'Eure qui sont intimement mélangés de kaolin et renferment une proportion notable d'alcalis :

I Sable rosâtre de Houlbec. — II Sable verdâtre de Blaru.

	SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	CaO	KO	NaO	Perte au feu.	Somme.
I	92,00	2,33	1,00	0,33	1,40	1,13	1,06	99,19
II	92,33	2,67	1,00	0,67	4,34	0,96	1,00	99,97

Ces sables sont intéressants à étudier, car ils forment des bandes orientées suivant les accidents stratigraphiques; MM. Potier et Douvillé leur donnent la même origine qu'à l'argile à meulières, et il les attribuent aux phénomènes éruptifs qui ont accompagné l'émersion du calcaire de Beauce.

Sable glauconieux.

La glauconie des sables du système Diestien de Dumont a été analysée par M. Fr. Dewalque (2) :

SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	FeO	CaO	MgO	KO	NaO	HO	PO^5	Somme.
50,42	4,79	19,90	5,96	3,21	2,28	7,87	0,21	5,28	trace	99,92

D'après cette analyse, on a pour formule de la glauconie :

$$(2Al^2O^3, Fe^2O^3)\ 3SiO^2 + 3(FeO, KO, CaO, MgO, NaO)\ SiO^2 + 3HO.$$

Comme l'observe M. F. Dewalque, la potasse de la glauconie peut expliquer la fertilité des sols qui en contiennent, et l'on sait d'ailleurs que ce minéral est utilisé comme engrais, surtout lorsqu'il est associé à de la chaux phosphatée.

Tangue.

MONT SAINT-MICHEL, SAINT-VALERY. — Deux tangues analysées, sous la direction de M. Moissenet, au Bureau d'essai de l'École des mines, ont donné les résultats suivants :

I Tangue de la Baie du mont Saint-Michel.
II Id. de Saint-Valery-sur-Somme.

	CaO	MgO	Fe^2O^3	CO^2	NaCl	CaO,SO^3	$3CaO,PO^5$	HO	Sable fin et un peu d'argile.	Somme.
I	25,60	0,60	0,80	20,78	0,28	0,76	0,50	0,82	49,60	99,74
II	38,30	traces	1,00	30,07	0,04	0,52	0,15	0,54	29,30	99,92

(1) *Comptes rendus*, 1872, 1262. — *Bull. Geol.* [2], XXIX, 472. — *Revue de géologie*, XI, 230.
(2) *Soc. géologique de Belgique*, II, 3.

Alios.

CHANTILLY. — L'*alios* est un grès quartzeux, brun noirâtre, qui est cimenté par des matières organiques; il se forme non-seulement dans les Landes de Gascogne, mais même dans les divers sables du bassin parisien et notamment dans les sables tertiaires moyens des environs d'Ermenonville (1).

Divers échantillons de la forêt de Chantilly, réunis par M. Clavé, ont été examinés par M. Delesse et par M. L. Durand-Claye au Laboratoire de l'École des ponts et chaussées.

L'eau déterminée dans ces échantillons est celle qu'ils perdent à 100°. L'humus a été dosé par une dissolution dans l'ammoniaque, et les autres produits organiques ont été évalués par incinération. L'attaque des cendres par l'acide chlorhydrique a fait connaître les matières solubles et a laissé un résidu de sable quartzeux.

a_1 *Alios* sans consistance, pris à 0m,2 de profondeur.
a_2 Id. friable, pris à 0m,45.
a_3 Id. bien cimenté, pris à 0m,6.
A *Alios* bien cimenté.
S Sable gris noirâtre, se trouvant à 0m,05 au-dessus de l'*alios* précédent.
T Terre végétale sableuse, noirâtre, riche en débris végétaux et constituant la terre dite de bruyère; elle recouvre aussi le sable précédent.

	a_1	a_2	a_3	A	S	T
DENSITÉ.	2,325	2,439	2,450	2,500	2,571	2,338
1° Produits volatils ou combustibles.						
Eau.	0,55	0,50	0,38	0,58	0,07	0,25
Azote.	0,04	0,05	0,04	0,04	0,01	0,10
Humus.	4,10	3,35	3,80	3,95	0,70	2,65
Autres produits.	4,47	0,20	0,20	1,03	0,82	4,60
Total.	. . . 9,16	. . . 4,10	. . . 4,42	. . . 5,60	. . . 1,60	. . .
2° Cendres.						
Sable quartzeux.	90,27	94,17	94,30	94,03	98,14	91,92
Peroxyde de fer.	0,32	1,57	1,02	0,16	0,04	0,20
Chaux.	0,02	0,03	0,02	0,06	0,02	0,03
Magnésie.	0,05	0,05	0,04	0,03	0,05	0,06
Potasse soluble.	0,14	0,06	0,11	0,11	0,14	0,11
Acide phosphorique. . .	0,04	0,02	0,09	0,01	0,01	0,08
Total.	. . . 90,84	. . . 95,90	. . . 95,58	. . . 94,40	. . . 98,40	. . .
Totaux.	. . . 100,00	. . . 100,00	. . . 100,00	. . . 100,00	. . . 100,00	. . .

Les quatre *alios* des sables moyens de Chantilly (a_1, a_2, a_3, A)

(1) *Revue de géologie*, XI, 48.

présentent des caractères très différents, depuis un sable noir, sans consistance, jusqu'à un grès résistant. Leur densité varie de 2,3 à 2,5 ; elle est moindre que celle du sable qui devient de l'*alios*, lorsqu'il est plus ou moins cimenté par des matières organiques. La proportion de ces dernières se trouve comprise entre 4 et 10 p. 100 ; il est remarquable que l'échantillon (a_1) qui en renferme le plus soit précisément le moins cimenté ; c'est d'ailleurs celui qui se trouve à la profondeur la plus faible. Ces *alios* ont à peu près la même proportion d'humus et ils contiennent environ 0,04 d'azote Dans tous, il y a de l'oxyde de fer, mais très-peu de magnésie et de chaux ainsi que de potasse et d'acide phosphorique.

Les trois derniers échantillons du tableau permettent de comparer facilement l'*alios* A produit sur un point avec le sable S qui le recouvre immédiatement et enfin avec la terre végétale T. On voit que cette terre végétale peut renfermer plus de matières organiques que l'*alios*, qui toutefois en renferme beaucoup plus que le sable intermédiaire. Conformément à la théorie donnée par M. Faye, l'*alios* paraît donc bien se former par les matières organiques de la surface qui, étant dissoutes dans les eaux d'infiltration, se concentrent, par suite de l'évaporation résultant des chaleurs de l'été, et vont se déposer souterrainement. D'après cette théorie même, on conçoit d'ailleurs qu'il doit se former plus facilement sous un climat chaud que sous un climat froid.

Roches argileuses.

Argile.

MONTASTRUC. — Une argile glaciaire du plateau du Lannemezan, prise à Montastruc (Hautes-Pyrénées), a été envoyée par M. Duponchel au Laboratoire de l'École des ponts et chaussées. Son attaque par l'acide chlorhydrique a donné les résultats suivants :

Résidu insoluble.	Al^2O^3 Fe^2O^3	CaO	MgO	KO	PhO^5	Perte au feu.	Somme.
80,55	11,10	0,85	0,80	0,11	0,06	6,53	100

Cet essai, fait spécialement au point de vue agricole, montre que l'argile du Lannemezan est pauvre en acide phosphorique et en chaux.

GRANDPRÉ. — MM. Meugy et Nivoit (1) ont analysé une ar-

(1) *Statistique agronomique de l'arrondissement de Vouziers*. 1873 ; 103.

gile marneuse du *gault*, provenant de la ferme de Belle-Joyeuse, près Grandpré.

Eau hygrométrique	4,50
Eau combinée et matières organiques	3,03
Sable quartzeux	27,35
Argile { Silice	31,15
Argile { Alumine	13,50
Oxyde de fer	8,33
Carbonate de chaux	9,14
Id. de magnésie	2,83
Sulfate de chaux	0,17
Somme	100.00

Soumise à la lévigation, elle a donné un résidu de 14,60 p. 100, qui était formé de quartz et de glauconie avec des têts calcaires de fossiles, de la pyrite de fer et du gypse. Cette argile, dite téguline, sert à la fabrication des tuiles et des poteries.

Argile réfractaire.

PENNSYLVANIE. — La composition de différentes argiles réfractaires de Pennsylvanie, dont plusieurs étaient fortement sableuses, a été déterminée par M. S. A. Ford et par M. M' Creath (1) :

A Argile très-sableuse, dure, compacte, de couleur gris clair; *Newsome*, comté Jefferson.

B Argile sableuse, avec petites paillettes de mica; *Sandy Ridge* près Osciola, comté du Centre.

C Argile grise, dure, compacte, de la mine Clearfield.

D Argile onctueuse et à structure schisteuse, de la mine Clearfield.

E Argile grise, perlée, à cassure conchoïde, de la mine Clearfield.

F Argile dure et compacte; *Gearhart Clay*, près la station Woodland.

H Argile dure, compacte, de couleur bleue très-foncée; provenant de la mine Porter.

	SiO^2	Al^2O^3	FeO	FeS^2	TiO^2	CaO	MgO	Alcalis.	SO^3	HO	Somme.
A	78,08	14,44	1,59	»	»	0,06	0,48	1,67	traces	4,16	100,48
B	74.95	15,94	1,90	»	»	0,11	0,41	1,76	0,05	4,89	100,01
C	67,95	20,15	1,96	0,03	»	0,08	0,22	2,05	0,22	6,58	99,24
D	57,88	27,01	2,55	0,03	»	0,11	0,47	3.17	»	8,35	99,57
E	51,36	31,25	1,94	0,75	0,50	0.06	0,26	0,04	0,38	12,83	99,37
F	45,23	38,03	1,98	»	»	0,16	0,24	0,83	0,01	13,61	100,09
H	42,70	37,60	2,39	»	2,50	0,11	0,27	0,73	»	43,84	100,14

On voit que la composition chimique de ces argiles réfractaires présente de très-grandes variations, puisque leur silice saute de 78 à 42 p. 100, leur alumine de 14 à 38 p. 100, et leur eau de 4 à

(1) *Second geological Survey of Pennsylvania. Report of progress in the laboratory of the Survey at Harrisburg.* 1875.

14 p. 100; mais, comme on pouvait le prévoir, toutes renferment seulement de petites quantités de fer, d'alcalis et de bases terreuses.

Argile ferrugineuse.

HUNSTANTON.—M. Church (1) a analysé l'argile rouge, contenue dans la *craie rouge* de Hunstanton, afin de voir si elle offrirait quelque analogie de composition avec l'argile rouge qui, suivant M. Wyville Thomson, couvre le fond de l'Océan dans les profondeurs supérieures à 5.000 mètres. L'analyse a donné les résultats suivants :

	SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	MgO	KO	Eau.	Somme.
Après dessiccation à l'air.	52,87	15,65	12,81	2,65	1,33	14,73	100,04
Id. à 100°.	57,33	16,97	13,89	2,87	1,45	7,54	100,05
Après calcination.	62,01	18,36	15,02	3,11	1,56	»	100,06

La présence de la magnésie et de la potasse en quantités notables mérite d'être remarquée, car elle établit un lien entre la craie rouge et la craie glauconieuse ; ce n'est pas qu'on doive supposer que la première provienne d'une altération de la seconde ; il est plus probable que, suivant la nature des gaz contenus dans l'eau et l'intensité des phénomènes d'oxydation, l'une ou l'autre de ces substances a pu se former à l'aide d'éléments semblables.

Schiste bitumineux.

VESOUL. — Le schiste bitumineux du lias supérieur des environs de Vesoul, qui est exploité comme engrais par M. de Belenet, a été analysé par M. L. Durand-Claye :

CaO	MgO	Al^2O^3 Fe^2O^3	KO	PhO^5	Résidu insoluble.	Perte au feu.	Somme.
21,45	0,85	7,35	2,39	0,19	43,35	24,42	100
20,95	0,55	8,25	2,62	0,26	42,40	24,97	100

Ce schiste, qui est gris, devient brunâtre par altération à l'air; il renferme une proportion de bitume assez grande pour brûler avec flamme, lorsqu'il est chauffé au rouge; il y a une trentaine d'années, on avait même songé à l'utiliser pour la fabrication du gaz de l'éclairage. Comme ce schiste est très-calcaire, il fond à la température du rouge. Son essai, fait spécialement au point de vue agricole et en l'attaquant par l'acide chlorhydrique, montre qu'il contient, indépendamment de la chaux, plus de 2 p. 100 de potasse soluble dans cet acide, ainsi que de l'acide phosphorique. On y a trouvé aussi 8 de carbone, 1 de soufre et 0,038 d'azote.

(1) *Geol. Mag.*, 1875, 331. — *Chemical news*. mai 1875.

Schiste cristallin.

CAP. — Des schistes devenus cristallins vers leur contact avec le granite du cap de Bonne-Espérance, à Lion Rump, ont été étudiés par M. E. Cohen (1).

A Schiste avec grains de quartz, paillettes de mica et parties feldspathiques qui est traversé par un grand nombre de veinules de quartz; il a été analysé par M. H. Lohse.

B Schiste noduleux (*Fruchtschiefer*); il a été analysé par M. Rittershausen.

	SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	FeO	CaO	MgO	KO	NaO	HO	Somme.
A	75,49	11,54	1,96	2,57	1,77	1,48	1,38	3,85	0,45	100,49
B	68,30	14,78	1,84	4,17	0,99	2,67	4,50		2,04	99,26

Schiste chlorité.

GÉORGIE. — Près de Gainesville, comté Hall, en Géorgie, M. F. A. Genth (2) mentionne un schiste chlorité, blanc verdâtre, dont la composition a été déterminée par le Dr Geo. A. Kœnig.

SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	FeO	MgO	Perte au feu.	Somme.
30,33	20,90	4,00	4,11	27,79	12,62	99,75

Ce schiste chlorité est associé à un gîte de corindon, et les schistes qui l'accompagnent contiennent de l'actinote, de l'asbeste ainsi que de la tourmaline.

Roches silicatées non feldspathiques.

Péridotite.

CAROLINE DU NORD. — D'après le révérend C. D. Smith, des gîtes de corindon s'étendent sur une longueur de 250 milles entre la Caroline du Sud, la Géorgie et l'Alabama. Ils renferment du péridot qui peut être hydraté et passer à la Villarsite (Damour). Voici la composition chimique de ces derniers minéraux :

I Péridot provenant de Webster, comté Jackson, Caroline du Nord; analysé par M. F. A. Genth (3).

II Minéral ressemblant à la serpentine, mais ayant une densité de 3,05 et se trouvant associé au péridot, au fer chromé et à l'anthophyllite; c'est sans doute un péridot hydraté : il a été analysé par M. C. U. Shepard (4).

---

(1) *Neues Jahrbuch*, 1874, 460.

(2) *Corundum, its alterations and associated minerals. — Contributions from the laboratory of the University of Pennsylvania*. nos 1, 6.

(3) *Corundum, its alterations and associated minerals*, nos 1, 4.

(4) *Jahresbericht der Chemie*, 1872, 1161; *American Journal*.

	SiO^2	Al^2O^3	FeO	NiO	MgO	CaO	Eau.	Fer chromé.	Somme.
I	41,89	traces	7,39	0,35 (*)	49,13	0,06	0,82	0,58	100,22
II	41,49	»	8,62	»	44,00	»	5,69	»	99,80

Traces de cobalt et de manganèse.
Traces de chrome et de nickel.

M. le professeur Shepard indique, en outre, qu'à la mine Culsagee, le corindon est disséminé dans une roche formée de ripidolithe, et, par conséquent, comme à Gainesville, il se trouve associé à une roche magnésienne.

Roches plutoniques orthosées.

Granite.

Ile d'Elbe. — Le granite à tourmalines de l'île d'Elbe a été étudié par M. G. vom Rath (1), qui y mentionne de l'orthose rose, de l'oligoclase blanc, du quartz, du mica à base de lithine et de la tourmaline. Dans les druses, les minéraux précédents sont recouverts par des zéolithes qui sont la stilbite (Des Cloizeaux), l'Heulandite et une zéolithe nouvelle à laquelle on a donné le nom de *Foresite*, en l'honneur de M. R. Foresi, de Portoferrajo.

D'après M. G. vom Rath, la *Foresite* appartient au système rhombique, et sa forme est voisine de celle de la stilbite; mais sa densité 2,405 est notablement supérieure, et sa composition est aussi différente, puisqu'elle est représentée par la formule

$$NaO, 3CaO, 8Al^2O^3, 24SiO^2, 24HO.$$

La *Foresite* est le minéral le plus récent des druses, car elle recouvre la tourmaline ainsi que les autres minéraux, et particulièrement la stilbite.

Dans les druses du granite de Fonte del Prete, M. Foresi a trouvé un cristal de Pollux, à éclat légèrement opalin, et dont le poids dépassait 70 grammes.

Cumberland. — M. Clifton-Ward (2) a cherché à déterminer la pression sous laquelle ont pu se former les roches granitiques de la région des Lacs, dans le Cumberland. Tenant compte de l'épaisseur observée dans les dépôts stratifiés supérieurs à l'horizon des schistes de Skiddaw, l'auteur pense que les massifs granitiques de cette région ont dû se consolider à des profondeurs variables entre 5.000 et 10.000 mètres.

(1) *Neues Jahrbuch*, 1874, 516.
(2) *Geol. Society*, 23 juin 1875.

Or, en examinant au microscope les cavités contenues dans le quartz de ces granites et en étudiant les bulles mobiles de ces cavités, on peut déterminer, jusqu'à un certain point, la pression sous laquelle la roche s'est formée ; cette pression, d'après M. Clifton Ward, serait supérieure à celle qui aurait dû résulter du poids des terrains superposés. L'auteur en conclut que les granites n'ont pas été en relation directe avec des actions volcaniques qui, en donnant une libre issue aux matières épanchées, auraient fait disparaître l'excédant de pression, mais que cet excédant a été employé à soulever et à plisser les couches supérieures.

Hartz. — D'après M. Lossen (1), le filon granitique de la Bode, dans le Hartz, envoie dans le terrain encaissant des ramifications dont la structure est tout à fait particulière ; on n'y voit plus la texture nettement cristalline, à éléments distincts, qui caractérise le granite. La roche prend l'aspect d'un porphyre, et cela d'autant plus qu'elle s'éloigne davantage du massif central. Les salbandes des ramifications sont plus compactes que le centre, et la roche de ces filons est divisée en parallélipipèdes par deux systèmes de fentes, les unes parallèles, les autres perpendiculaires aux salbandes. Des faits analogues ont, du reste, été observés depuis longtemps dans le Cornouailles et dans d'autres régions. L'auteur en conclut que le granite est une roche éruptive, et il émet l'opinion que le massif granitique du Brocken est relié d'une manière continue à celui de Ramberg par une fente dans laquelle l'influence des parois a fait prendre à la roche la texture porphyrique. Toutefois ces résultats s'expliquent facilement sans admettre, comme M. Lossen, que le granite ait fait éruption à l'état de fusion ignée ; et, en particulier, l'étude microscopique de cette roche, ainsi que les expériences de M. Tresca sur l'écoulement des solides par la pression, montrent bien que la plasticité du granite résulte plutôt de la pression que de la chaleur (2).

Porphyre.

Lambay. — M. Hull (3) a étudié au microscope la structure du porphyre feldspathique de Lambay (Irlande). La pâte est d'un vert foncé et ses cristaux de feldspath seraient de l'orthose d'un vert pâle. Parfois la roche devient vésiculaire et ses cavités sont remplies de calcite rose.

---

(1) *Zeit. d. d. g. G.*, XXVI, 856.
(2) *Revue de géologie*, IV, 37.
(3) *Geol. Mag.*, 1874, 449.

Au microscope, la pâte se résout en une matière amorphe, avec de petits cristaux de feldspath, contenant un nombre considérable de grains de fer oxydulé et aussi de la chlorite ou plutôt une terre verte. Les cristaux d'orthose sont abondants et leur dimension peut dépasser 1 centimètre. Il est très-rare qu'ils contiennent du fer oxydulé, où l'auteur infère que la cristallisation du feldspath a

le ter-
qu'il y
is que
ourni
ières,
la cal-
ssaire,
andes,
rt des
s cal-
nom-

avec
ur les
tre à
aint-
l) et
par
ette
nir
. le
chi-

me.
22
43

par
hais
por-
s.
été

SWETS & ZEITLINGER
BOEKVERKOOPERS EN UITGEVERS
KEIZERSGRACHT 471 — AMSTERDAM C.
DRUKWERK
4662
7-15-47
Stanford University Library,
Stanford University, Cal.
USA.

Or, en examinant au microscope les cavités contenues dans le quartz de ces granites et en étudiant les bulles mobiles de ces cavités, on peut déterminer, jusqu'à un certain point, la pression sous laquelle la roche s'est formée ; cette pression, d'après M. Clifton Ward, serait supérieure à celle qui aurait dû résulter du poids des terrains superposés. L'auteur en conclut que les gra-

nites n
ques
aurai
dant

HA
dans
dont
textu
le gra
plus
des r
ces fi
les u
faits
le Co
gran
gran
de B
fait
sult
que
par
exp
sio
la p

I
L
por
fonc
pâle
plie

(1)
(2)
(3)

Au microscope, la pâte se résout en une matière amorphe, avec de petits cristaux de feldspath, contenant un nombre considérable de grains de fer oxydulé et aussi de la chlorite ou plutôt une terre verte. Les cristaux d'orthose sont abondants et leur dimension peut dépasser 1 centimètre. Il est très-rare qu'ils contiennent du fer oxydulé, d'où l'auteur infère que la cristallisation du feldspath a précédé celle de ce dernier minéral.

Après avoir indiqué que le porphyre de Lambay traverse le terrain silurien et est recouvert par le vieux grès rouge, sans qu'il y ait altération de ce dernier au contact, M. Hull émet l'avis que le calcaire carbonifère superposé au vieux grès rouge a dû fournir l'élément calcaire aux eaux d'infiltration et que ces dernières, après avoir traversé la couche de grès, sont venues déposer la calcite dans ses amandes. Une telle hypothèse est-elle nécessaire, lorsqu'on observe de la calcite, non-seulement dans les amandes, mais même dans la pâte de divers porphyres et de la plupart des mélaphyres, qu'ils soient ou non recouverts par des couches calcaires? Et la calcite n'est-elle pas originaire dans un grand nombre de roches éruptives?

Lugano. — M. B. Studer (1) qui, dès l'année 1825, a fait avec Léopold de Buch et Mousson les premières recherches sur les porphyres classiques du lac de Lugano, vient de les soumettre à une nouvelle étude. Près de Maroggia, dans le tunnel du Saint-Gotthardt, on retrouve à la fois le porphyre rouge quartzifère (I) et le porphyre noir (II); comme ils ne sont aucunement altérés par l'action directe de l'atmosphère, M. B. Studer a pensé que cette circonstance était particulièrement favorable pour bien définir leurs caractères. Leur examen microscopique a été confié à M. le professeur Fischer, de Fribourg en Brisgau, et leur analyse chimique à M. de Fellenberg :

	SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	CaO	MgO	MnO	KO	NaO	Perte au feu.	Somme.
I	71,74	12,60	2,45	2,30	1,24	0,84	4,14	3,41	3,50	102,22
II	61,67	16,38	6,31	2,57	3.02	0,30	4,22	3,65	3,31	101,43

Le porphyre noir diffère chimiquement du porphyre rouge, par une proportion plus grande d'alumine, de fer et de magnésie; mais il a moins de silice. On peut remarquer d'ailleurs que la proportion des alcalis reste presque la même dans les deux porphyres.

Des analyses d'autres échantillons de ces roches, qui ont été

(1) *Zeitschr. d. Deutschen geol. Gesellschaft*, 1875.

pris dans des gisements variés, ont encore été faites par M. le professeur Schwarzenbach ainsi que par M. Gargantini Piatti et elles ont donné à peu près les mêmes résultats. Comme l'a déjà observé M. Justus Roth (1), le porphyre noir de Lugano ne doit donc pas être considéré comme un mélaphyre; c'est au contraire une variété d'eurite (*Felsite*). En effet, sa teneur en silice est trop élevée et la potasse y est l'alcali dominant. De plus il n'a pas d'augite et, au microscope, sa pâte paraît renfermer seulement des lamelles d'orthose avec quelques cristaux verts, allongés, se rapportant à l'hornblende. Elle contient en outre du fer oxydulé magnétique et peut-être de la pyrite magnétique.

L'étude géologique du porphyre de Lugano montre du reste que le porphyre noir peut passer insensiblement au rouge; aussi MM. Negri et Spreafico (2) ont-ils représenté ces deux porphyres par la même couleur sur leur carte des environs de Varèse et de Lugano. Ils n'en séparent pas non plus le granite caverneux de Figino, ni même le rétinite noir de Grantola.

— Enfin nous rappellerons, relativement aux porphyres de Lugano, que M. Michel-Lévy (3) en a fait une étude microscopique d'après laquelle il a proposé de les rapporter à trois types distincts.

1° Les *porphyres noirs*, accompagnés de brèches, de tufs et de roches épanchées en nappes, sont du type intermédiaire; c'est-à-dire que, abstraction faite de leurs cristaux en débris, la pâte a une composition qui se rapproche des feldspaths acides, mais ne contient pas de silice en excès; leur texture est fluidale en masse ou par microlites. Ils montrent en outre sous le microscope des débris d'orthose, beaucoup de feldspath anorthose, de l'amphibole, du fer oxydulé, de la chlorite. M. Michel-Lévy les assimile aux porphyres anthracifères de la Loire, du Morvan et des Vosges.

2° Les *porphyres gris et rouges* rappellent entièrement les roches françaises qui percent le terrain anthracifère et dont les galets se trouvent dans les conglomérats et dans les poudingues du terrain houiller supérieur. Ils sont franchement acides et leur pâte offre toujours au microscope un excès de silice. Leurs structures sont celles que M. Michel-Lévy a décrites sous les noms de micro-granulite, micro-pegmatite, micro-pyroméride, avec globules s'éteignant sous les nicols croisés.

---

(1) *Petrogr. pluton. Gesteine*, 1873.
(2) *Mens. del. Instit. Lombardo*, 1869.
(3) *Réunion de la Soc. géol. à Roanne*, 24. — *Bulletin de la Soc. géol.* [3], I, 195, et III, 199.

3° Enfin les *porphyres bruns* de Cugliate présentent une structure fluidale, très-accentuée et même vitreuse par place. Ils renferment aussi çà et là des sphérolites; mais ces derniers donnent sous les nicols croisés le phénomène de la croix noire.

SAXE. — Des recherches minéralogiques et chimiques ont été faites par M. Baranowski (1) sur le porphyre granitoïde de la Saxe.

Les minéraux macroscopiques, c'est-à-dire ceux qui se distinguent à l'œil nu, sont surtout le quartz bipyramidé et les feldspaths (orthose, anorthose); mais la pâte de ce porphyre est formée de grains isolés et microscopiques de quartz, d'orthose, d'anorthose, d'hornblende, de chlorite ou plutôt de terre verte ainsi que de fer oxydulé et même d'apatite. Dans le quartz, on voit beaucoup d'enclaves, en partie vitreuses, en partie liquides. Des enclaves vitreuses s'observent aussi dans les feldspaths, comme on l'avait reconnu déjà dans les feldspaths qui constituent les trachytes et les porphyres quartzifères.

Deux échantillons du porphyre granitoïde de la Saxe ont été analysés par M. Baranowski :

I De Beucha, aux environs de Leipzig.
II D'Altenberg, dans l'Erzgebirge Saxon.

	SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	CaO	MgO	KaO	NaO	HO	Somme.
I	66,3	15,4	7,0	2,3	1,5	4,4	3,5	0,8	101,2
II	67,1	12,1	8,7	2,5	1,6	5,3	2,4	0,6	100,3

Roches plutoniques anorthosées.

Kersanton.

M. F. Zirkel (2) a fait une étude microscopique bien complète du Kersanton. Conformément à la description qui en a été donnée par M. Delesse (3), il constate que la roche est essentiellement formée d'anorthose avec du mica ferro-magnésien, qu'elle contient de la chaux carbonatée spathique et que l'hornblende y fait défaut. Le microscope lui a permis de reconnaître en outre que le quartz y est très-répandu et que l'apatite y est assez constante et assez abondante pour n'être pas considérée simplement comme un minéral accessoire. Dans le mica du Kersanton, M. Zirkel a ob-

(1) *Neues Jahrbuch*, 1875, 199.
(2) *K. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften*. 21 juillet 1875.
(3) *Annales des mines* [4], XIX, 175.

servé des *microlithes* qu'il n'avait pas encore rencontrés dans ce minéral et qu'il a retrouvés depuis dans des schistes cristallisés de l'Amérique du Nord. La nature minéralogique de ces *microlithes* est inconnue; mais il n'est pas probable qu'ils appartiennent au mica muscovite. Dans le mica du Kersanton, il y a aussi quelques grains noirs, anguleux, qui ne sont pas assez opaques près des bords pour qu'on puisse les regarder comme du fer oxydulé magnétique.

Au mica est associée une substance vert clair qui, dans les sections, montre avec lui un passage insensible. Elle est en petites écailles ou en fibres radiées et, dans ce dernier cas, forme des groupements globuleux. Cette substance est une espèce de chlorite. M. Zirkel n'a pas observé de carbonate à base de fer dans le Kersanton.

Quant au quartz, il est transparent et ressemble à celui du granite et de la diorite ; il a rempli les interstices laissés par les autres minéraux. Des liquides avec bulles, souvent très-mobiles, y sont enveloppés; ils contiennent, dans certains cas, de petits cubes qui ont jusqu'à $0^{m},002$, et sont vraisemblablement formés de sel marin.

L'apatite est en prismes, incolores et allongés, dont la longueur peut atteindre 1/2 millimètre; elle traverse souvent des cristaux de feldspath ou bien du quartz, et d'un autre côté, elle présente des cassures transversales qui ont été remplies par tous les autres minéraux du Kersanton; il est donc visible que l'apatite s'est relativement consolidée de très-bonne heure. Bien que ses cristaux puissent être brisés et comme articulés, elle ne prend jamais l'état poussiéreux qui s'observe dans l'apatite des roches plus jeunes et exemptes de quartz, particulièrement dans l'andésite, dans le trachyte, dans le phonolite. Le Kersanton de Bretagne est d'ailleurs l'une des roches les plus riches en apatite.

M. Zirkel étudie spécialement la manière d'être de la chaux carbonatée dans le Kersanton. Comme le quartz, elle est traversée par des aiguilles d'apatite; comme le quartz encore, elle est très-intimement disséminée dans la roche; elle y a rempli des interstices, mais elle n'a pas la structure d'amandes formées par secrétion et ne provient pas non plus d'infiltrations calcaires ou de la décomposition des autres minéraux; elle est visiblement contemporaine de ces minéraux, et par suite, originaire dans la roche (1);

(1) Delesse : *Origine des roches éruptives.*

c'est également ce qui a eu lieu dans les diorites avec chaux carbonatée et surtout dans l'hemithrêne

La chaux carbonatée présentant des grains arrondis ou anguleux dans l'intérieur de lamelles de mica, M. Zirkel observe même qu'elle a dû se former avant ce dernier minéral.

D'un autre côté, la chaux carbonatée se montre aussi en veinules qui traversent le Kersanton, et alors elle est visiblement un produit secondaire.

Enfin, M. Zirkel remarque encore qu'on a donné récemment le nom de *Tonalite* à une diorite quartzifère, qui diffère seulement du Kersanton en ce que l'hornblende y remplace le mica. Parmi les roches éruptives plus jeunes, la *Dacite* n'est pas autre chose qu'une andésite quartzifère, avec hornblende, mais il ne paraît pas lui correspondre une roche micacée qui soit l'analogue du Kersanton.

Diabase.

SPITZBERG. — M. von Drasche (1) a examiné une diabase, dont le gisement sera décrit plus loin avec détail, qui joue un rôle important sur la côte ouest du Spitzberg d'où elle a été rapportée par M. Nordenskjöld. Elle forme des filons ou bien des bancs qui peuvent atteindre 50 mètres de puissance. A Tschermakberg, elle est enclavée dans le trias. Sa structure est prismatique, sa couleur vert noirâtre, et sous le microscope, on y distingue de l'anorthose, de l'augite ainsi que du fer titané. Voici les résultats de son analyse qui a été faite par M. Teclu :

SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	CaO	MgO	NaO	KO	Perte au feu	Somme.
50,17	14,29	17,87	10,77	5,77	0,96	0,18	0,90	100,91

Roches volcaniques orthosées.

Rhyolithe.

ELBROUS. — La cime la plus élevée du Caucase, l'Elbrous, présente, suivant MM. Abich et E. Favre (2), un cône principal, portant plusieurs cônes secondaires par lesquels des laves se sont épanchées à une époque relativement récente. D'après l'examen microscopique de la roche trachytique de l'Elbrous, qui a été fait par M. Tschermak, elle appartiendrait au trachyte quartzifère, semi-vitreux, et d'origine récente que M. de Richthofen a désigné sous le nom de *Ryolithe* (3). On y distingue une

(1) Tschermak : *Min. Mittheil.* 1874.
(2) *Recherches géologiques sur la partie centrale du Caucase*, 61.
(3) *Revue de géologie*, VI, 88.

pâte noire, semi-vitreuse, avec oligoclase, orthose, augite et un peu de mica ainsi que de fer oxydulé.

De même que nos volcans d'Auvergne, le cône de l'Elbrous repose du reste sur des roches granitiques qui ont été traversées par les laves trachytiques.

Obsidienne.

L'obsidienne du Mexique doit, d'après M. Zirkel (1), la propriété d'être chatoyante à une série de lamelles ovales, disposées parallèlement; comme l'obsidienne, elles sont formées par un verre complétement amorphe, mais qui se montre rempli d'une multitude de corpuscules extrêmement petits.

Cendre ponceuse.

HÉCLA. — Une pluie de cendres volcaniques est tombée, le 29 mars 1875, sur la côte occidentale de Norwége et même en Suède jusqu'aux environs de Stockholm. M. Gümbel (2) en a analysé deux échantillons : (I) de Tryssil, envoyé par M. le professeur Théodore Kjerulf, (II) de Haga recueilli par M. Nordenskjöld. Tous deux consistent en une poussière fine, rude au toucher, ayant une couleur gris clair ou noirâtre. Les grains du premier échantillon mesurent à peu près $0^{mm},2$ de longueur et $0^{mm},01$ de largeur. Sous le microscope, ils présentent une multitude d'esquilles très-petites, aiguës, tranchantes et vitreuses. La plupart sont transparentes comme de l'eau, filamenteuses, et rappellent les esquilles de la ponce d'obsidienne des îles Lipari. Il y a aussi des débris tranchants, formés par un verre brun, complétement amorphe et ressemblant à l'obsidienne. Au moyen du barreau aimanté, M. Gümbel a extrait quelques centièmes de fer oxydulé et, à la lumière polarisée, il a reconnu de l'augite vert bouteille ou brun jaunâtre, du péridot? ainsi que du feldspath. Ces cendres volcaniques qui sont presque entièrement composées d'esquilles vitreuses, sans mélange de cristaux, offrent les caractères de la ponce de l'Hécla, et c'est d'ailleurs ce que confirme leur analyse :

	SiO^2*	Al^2O^3	Fe^2O^3	FeO	MnO	CaO	MgO	KO	NaO	PO^5	Perte au feu.	Somme.
I	69,50	11,63	10,03		0,31	2,60	0,61	1,52	3,49	0,29	0,28	100,26
II	68,70	11,66	7,50	2,50	0,50	2,80	0,24	4,25		0,35	0,67	99,17

* Avec acide titanique.

(1) *Neues Jahrbuch*, 1872, 1.
(2) *Das Ausland*, 14 juin 1875.

D'autres savants, notamment MM. Zirkel, Daubrée et Kjerulf, ont également examiné ces cendres volcaniques tombées en Scandinavie. Leur chute a coïncidé avec une éruption de l'Hécla; malgré la distance considérable qui sépare les deux pays, elles ont donc été transportées par les courants supérieurs de l'atmosphère et elles proviennent visiblement de l'Islande.

On sait que différentes théories ont été proposées pour expliquer la formation des cendres volcaniques. D'abord ces cendres peuvent résulter d'un frottement ou d'une pulvérisation de la lave solidifiée, lorsqu'elle est balancée dans la cheminée du cratère par un mouvement d'oscillation ascendant et descendant. Ménard de la Groye les a attribuées à des éruptions de vapeur agissant sur la lave encore fluide. D'après la forme particulièrement aiguë et tranchante et d'après les caractères présentés par les cendres volcaniques tombées en Scandinavie, M. Gümbel est porté à leur attribuer une origine analogue à celle des *larmes bataviques;* car elles ne montrent pas traces d'un frottement ou d'un écrasement; on n'y voit pas non plus des débris comme ceux que devrait donner la lave liquide, si elle avait été solidifiée par de la vapeur d'eau. M. Gümbel pense donc qu'elles proviennent surtout de ce que la lave liquide s'est trouvée tout à coup en contact avec des corps relativement froids, tels que des filets d'eau ou bien simplement l'atmosphère, qui l'ont solidifiée brusquement, en lui faisant subir une trempe. Lorsque l'état d'équilibre instable, qui s'est établi, vient ensuite à être détruit, la lave éclate et se brise en parcelles microscopiques; c'est du reste ce qui a été observé par M. Damour (1) pour une obsidienne dont la composition ne diffère pas beaucoup des cendres volcaniques de l'Islande. De plus, les métallurgistes ont observé que, lorsqu'ils sont refroidis brusquement, les laitiers des hauts fourneaux se réduisent quelquefois en poussière microscopique, quand ils sont soumis à un mouvement rapide, au moment de leur solidification.

Liparite.

Wenneberg. — La lave du Wenneberg, dans la région naturelle désignée sous le nom de *Ries*, forme un filon qui est enclavé dans le gneiss et qui mesure $2^m,50$ de puissance. Comme elle est dure, on l'emploie pour fabriquer des pavés, et on l'exploite jusqu'à une profondeur assez grande: d'après M. Hermann Frickhinger (2),

(1) *Comptes rendus*, XVIII.
(2) *Wurzburger phys. med. Gesellsch.* VIII, et *Neues Jahrbuch.* 1875, 391 et 429.

elle est alors gris noirâtre et fait feu sous le marteau; on y distingue un peu de mica, du quartz enveloppant des gouttelettes microscopiques, du feldspath, des parties fibreuses, dichroïques, qui pourraient être de l'hornblende et des aiguilles d'apatite. D'un autre côté, M. Gümbel qui, à différentes reprises, a fait l'étude de cette roche, assez difficile à définir, la regarde maintenant comme un basalte anorthosé, ayant une pâte vitreuse. Bien que l'augite et le péridot ne s'y observent pas, M. Gümbel y retrouve ce qu'il pense être les produits de leur décomposition, du fer oxydulé et un peu de chaux carbonatée, tandis qu'au microscope, il n'y voit pas d'hornblende. Quant au quartz, M. Gümbel est porté à croire qu'il proviendrait d'une imprégnation. La densité de cette roche est 2,57 et son analyse a donné à M. Frickhinger :

SiO^2	PO^5	Al^2O^3	Fe^2O^3	FeO	CaO	MgO	KO	NaO	HO	Somme.
62,68	1,21	12,36	3,66	0,90	4,82	3,84	4,19	2,70	3,92	100,28

Remarquons que cette lave du Wenneberg, examinée déjà par MM. Schafhaütl et Röthe (1), serait bien pauvre en fer et bien riche en silice pour un basalte; en outre, elle contient plus de potasse que de soude. Ses caractères minéralogiques, et même chimiques, la rapprochent donc plutôt des roches trachytiques, et en particulier de la liparite, que des roches basaltiques.

Du reste, la lave du Wenneberg est d'autant plus intéressante à étudier qu'elle provient du volcan auquel sont dus les tufs trachytiques qui s'observent dans le *Ries* et dans les environs (2). Ces tufs, exploités pour les constructions, sont très-puissants et très-étendus; ils renferment eux-mêmes des bombes volcaniques, ainsi que des fragments de liparite.

Phonolithe.

Wolf Rock.— M. Allport (3) a examiné le phonolithe de Wolf Rock, près Land's End, dans le Cornouailles. Sa densité est de 2,54 et, dans sa pâte qui est grise, compacte, on distingue de petits cristaux de sanidine. Une analyse a donné les résultats suivants, à M. A. Phillips :

SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	FeO	CaO	KO	NaO	HO	Somme.
56,46	22,29	2,70	0,97	1,47	2,81	11,13	2,05	99,88

(1) *Revue de géologie*, IX, 58.
(2) *Revue de géologie*, III, 130.
(3) *Jahresbericht der Chemie*, 1872, 1163.

Il y a d'ailleurs dans ce phonolithe des traces de manganèse et d'acide phosphorique ; mais on peut s'étonner que l'analyse n'y indique pas de magnésie, car on en trouve toujours dans cette roche et en proportion dosable.

VELAY. — Divers phonolithes du Velay, provenant de localités comprises entre le Mezenc et la Madelaine, ont été étudiés par M. Emmons (1). A l'œil nu, ils présentent une masse compacte avec cristaux de sanidine et d'hornblende ; mais, au microscope, toute trace de substance amorphe ou vitreuse disparaît. Les cristaux de sanidine paraissent alors plus ou moins décomposés sur leurs bords et souvent ils sont traversés par une multitude de fissures. De plus il y a de la néphéline, qui toutefois s'est montrée bien décomposée, dans tous les phonolithes examinés, en sorte que sa forme cristalline pouvait rarement être reconnue. Le nosean (Nosite) est au contraire beaucoup moins décomposé, et, assez souvent, ses petits cristaux ont la forme du dodécaèdre. L'hornblende est abondante et en petites aiguilles qui sont bien caractérisées par leur dichroïsme. L'augite a été observé avec de l'hornblende dans le phonolithe du mont de la Madelaine. Le fer oxydulé est disséminé très-irrégulièrement et il peut même manquer complétement. Le mica ferro-magnésien (Biotite), bien que rencontré dans quelques échantillons, est peu abondant et seulement en petites lamelles. En outre du sphène se montre dans le phonolithe du mont Miaune qui est un bon type de la roche ; aussi M. Emmons a-t-il déterminé la composition chimique de ce dernier phonolithe :

Densité.	SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	CaO	MgO	KO	NaO	Perte au feu.	Somme.
2,597	58,51	19,66	3,43	1,53	0,31	4,71	10,04	1,00	99,19

WESTERWALD. — M. Emmons décrit également des phonolithes du Westerwald. Celui du Mahlberg, en particulier, présente une masse gris bleuâtre, sans cristaux visibles à l'œil nu ; mais au microscope, on y distingue de l'orthose sanidine, de l'hornblende, du fer oxydulé. Le nosean et la néphéline ne s'y voient pas, bien qu'on y remarque une substance brun jaunâtre, regardée par M. Emmons comme un produit résultant de leur décomposition.

EIFEL. — Enfin M. Emmons a encore étudié une roche tra-

(1) *Neues Jahrbuch*, 1875, 197.

chytique, examinée déjà par M. Zirkel et provenant de Selberg, près Quiddelbach, dans l'Eifel. Au miscrocope, la pâte de cette roche montre beaucoup d'anorthose, de l'hornblende, de l'augite, du nosean, du fer oxydulé, quelquefois même de l'apatite. M. Emmons la considère comme un phonolithe trachytique, analogue à ceux de la roche Sanadoire, du mont Dore ainsi que de Salosel en Bohême.

Roches volcaniques anorthosées.

Andésite quartzifère.

TRANSYLVANIE ET HONGRIE. — On doit à M. Doelter (1) une étude sur les andésites quartzifères de la Transylvanie et de la Hongrie; ce sont les roches qui ont été désignées aussi par M. F. von Hauer sous le nom de *Dacites* (2). Leurs éléments essentiels sont : feldspath anorthose, sanidine, quartz, hornblende, biotite, augite, magnétite, apatite ; comme éléments accessoires on rencontre : épidote, chlorite, pinitoïde, pyrite de fer. La néphéline et le tridymite paraissent faire défaut.

Le feldspath anorthose, de beaucoup l'élément le plus important, contient entre 60 et 53 p. 100 de silice. Le quartz se présente généralement en grains assez gros et, suivant M. Doelter, dans quelques cas, il pourrait bien être antérieur à la solidification de la roche en fusion.

L'étendue occupée par les andésites quartzifères est peu considérable. Elle se borne à la chaîne de Vlegyasza et à l'Erzgebirge transylvanien, avec quelques éruptions secondaires dans le pays de Rodna et le Bakonyer Wald.

M. Doelter insiste sur l'étrangeté de certaines associations minérales que présentent ces andésites : ainsi, quartz avec andésine et labrador, quartz avec augite, augite avec sanidine et hornblende, labrador avec sanidine. Il remarque de plus, relativement à ces roches, qu'une même composition minéralogique se concilie avec de très-grandes différences d'allure et de texture.

Dolérite.

GRANDE-BRETAGNE. — M. Allport (3) a examiné la structure microscopique des dolérites du terrain carbonifère de la Grande-Bretagne. Ces roches contiennent de l'anorthose, de l'augite, du péridot, du fer oxydulé, du mica, de l'apatite et une pâte vitreuse.

(1) *Mineralogischen Mittheilungen*. V. Tschermak, 1873.
(2) *Revue de géologie*, VI, 88 et 90; VII, 106; IX, 59.
(3) *Geol. Society*, 24 juin 1874.

On les rencontre dans les bassins houillers du centre, en Irlande, à Édimbourg, à Arran. M. Allport observe que leur composition et leur structure sont identiquement celles des dolérites de la fin de l'époque tertiaire et qu'on ne peut signaler entre ces roches, d'âges si éloignés, d'autres différences que celles qui résultent des altérations auxquelles elles ont été ultérieurement soumises.

Basalte.

M. F. Zirkel a constaté que l'haüyne peut entrer comme élément dans la composition de véritables basaltes, en particulier dans ceux du Hamberg et des environs de Cassel. Depuis, M. H. Möhl a également retrouvé ce minéral dans d'autres basaltes (1).

Trapp doléritique.

CONNECTICUT. — Le trapp de la vallée du Connecticut a été étudié par MM. Edw. Dana et G. W. Hawes. Sous le microscope, il présente une stucture cristalline. On y distingue de l'augite, du labrador et du fer oxydulé ainsi que du péridot, de l'apatite et de la chlorite; c'est donc une dolérite. Dans les variétés à gros grain, l'augite se montre à l'œil nu; il est en prismes ressemblant à de l'hornblende, ce qui explique pourquoi la dénomination de diorite a quelquefois été appliquée à cette roche.

Les cellules qui, dans certains cas, peuvent devenir très-nombreuses, contiennent de la chaux carbonatée, du quartz, de la chlorite, plus rarement de la datholite, de l'analcime et accidentellement du bitume.

Un même filon peut offrir la structure compacte ou bien amygdalaire. D'un autre côté, cette dernière structure se montre aussi au milieu du trapp, suivant des zones tantôt parallèles, tantôt concentriques.

L'éruption du trapp a eu lieu par un grand nombre de fentes qui traversent les grès mésozoïques. Quand il est encaissé dans les roches cristallines anciennes, sa cassure présente l'éclat vitreux; vers l'est, sa cassure devient au contraire terreuse et quelquefois il contient jusqu'à 4 pour 100 d'eau.

M. Hawes (2) a soumis à l'analyse plusieurs variétés de ce trapp doléritique de la vallée du Connecticut.

I Trapp doléritique de Jersey City.
II Id. du mont Holyoke.

(1) *Neues Jahrbuch*, 1872.
(2) *American Journal* [3], IX, 185. — *American Assoc. for the adv. of science*, 1874. — *Neues Jahrbuch*, 1875.

III Trapp doléritique du lac Wintergreen.
IV Id. de West-Rock.

	Densité.	SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	FeO	MnO	CaO	MgO	NaO	KO	PO^5	Perte au feu.	Somme.
I	2,96	53,13	13,74	1,08	9,10	0,43	9,47	8,58	2,30	1,03	»	0,90	99,76
II	2,97	52,68	14,14	1,95	9,79	0,44	9,38	6,38	2,56	0,87	»	1,60	99,79
III	3,02	52,42	14,54	1,25	9,84	0,51	10,59	7,33	2,23	0,49	»	0,55	99,75
IV	3,03	51,78	14,20	3,59	8,25	0,44	10,70	7,63	2,14	0,39	0,14	0,63	99,89

Ces premières roches sont presque anhydres; mais M. Hawes a également analysé deux variétés qui sont hydratées et chloritiques: l'une A, du lac Saltonstall; l'autre B, du mont South-Durham.

	SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	FeO	MnO	CaO	MgO	NaO	KO	HO	CO^2	Somme.
A	49,28	15,92	1,91	10,20	0,37	7,44	5,99	3,40	0,72	3,90	1,14	100,27
B	46,54	14,90	3,54	9,83	0,34	7,94	4,86	2,43	0,60	4,52	4,35	99,85

En éliminant l'eau et l'acide carbonique, on trouve une composition à peu près identique avec celle des roches I, II, III et IV. M. Hawes en conclut que ces diverses roches proviennent d'une même nappe et, de plus, que cette nappe est située à une grande profondeur; car, une source voisine de la surface et appartenant à la zone métamorphique de l'écorce terrestre, ne pourrait pas donner une semblable uniformité de composition.

M. Edw. Dana fait observer du reste que, sous le microscope, les trapps triasiques de la Nouvelle-Écosse, du New-Jersey, de la Pennsylvanie et de la Caroline du Nord, ne présentent pas de différence notable avec ceux du Connecticut.

Limbourgite.

LIMBOURG. — M. H. Rosenbusch (1) a donné le nom de *Limbourgite* à une roche du Limbourg, dans le Kaiserstuhl. Sa densité est environ 2,83. Sa structure est amygdalaire. La *Limburgite* se compose d'une pâte amorphe qui contient de l'augite (A) et du péridot hyalosidérite (B) avec un peu de fer oxydulé. L'augite a été analysé par M. Pfeiffer, et l'hyalosidérite par M. Rosenbusch, qui a trouvé 3,566 pour sa densité et, pour sa formule, (4/3MgO, 2/3FeO) SiO^2; enfin M. Rosenbusch a déterminé également la composition chimique de la roche elle-même (C) :

	SiO^2	TiO^2	Al^2O^3	FeO	MnO	MgO	CaO	KO	NaO	HO	Somme.
A	47,90	»	8,28	19,16	»	7,01	12,85	0,87	0,67	»	96,74*
B	36,73	»	»	29,96	»	31,99	»	»	»	»	98,68
C	42,78	0,28	8,66	17,96**	0,95	10,06	12,29	0,62	2,81	3,96	99,87

* Il y en outre environ 3,8 PO^5 et une trace de nickel.
** Avec un peu de Fe^2O^3.

(1) *Jahresbericht der Chemie*, 1872, 1105, 1106, 1167.

ROCHES MÉTALLIFÈRES.

L'étude géologique des roches métallifères est de la plus haute importance pour le mineur, mais les limites dans lesquelles la *Revue de géologie* est obligée de se renfermer, nous forcent à réduire beaucoup ce qui est relatif à cette partie de la science pour laquelle on devra recourir aux publications spéciales.

Étain.

ZINNWALD.— D'après M. Lodin (1), qui a visité les mines d'étain de l'Erzgebirge et du Cornouailles, le gîte de Zinnwald se compose d'un pointement granitique recouvert par du porphyre. Le granite a été transformé, surtout à la partie supérieure du gîte, en une roche spéciale, pour laquelle on a créé le nom de *greisen*. Elle oscille entre deux types : l'un composé de quartz à éclat gras, avec une petite quantité de mica blanc; l'autre à mica noir, avec une proportion de quartz, relativement plus faible. Ces roches anormales, surtout la variété à mica blanc, ont toujours une structure un peu vacuolaire; lorsqu'on s'enfonce, on voit reparaître le feldspath en petite quantité et fortement décomposé. Le greisen ou le granite de Zinnwald sont coupés par de nombreux filons très-minces, dont l'épaisseur ne dépasse pas $0^m,30$ et qui forment un *stockwerk*. Ils se divisent en deux catégories : les uns sont très-couchés, inclinés en général entre 0° et 25° sur l'horizon; les autres ont une inclinaison moyenne de 70 à 75° pouvant osciller entre 50 et 80°. Ces cassures diverses se prolongent dans la masse de porphyre qui recouvre le *greisen*, mais elles s'y réduisent à des fentes sans épaisseur.

Le remplissage des veines stannifères se compose de quartz laiteux, à éclat gras, et de mica à base de lithine : la cassitérite et le wolfram y sont disséminés en cristaux souvent volumineux. La topaze picnite, la molybdénite, la schéélite, le fer oligiste en petites lamelles s'y rencontrent moins fréquemment. De plus, le *greisen* est pénétré d'oxyde d'étain, de part et d'autre des filons, et là seulement : on l'abat souvent sur une certaine épaisseur.

Les veines stannifères sont coupées et rejetées par des veines quartzeuses stériles, dirigées sur 10° E.

(1) A. Lodin : *Journal de voyage*, 1874.

L'origine de l'amas de Zinnwald paraît être essentiellement métamorphique, comme l'a indiqué spécialement M. Daubrée. Le *greisen* n'est autre chose que le terme extrême des modifications que le granite peut subir sous l'influence des émanations stannifères : le feldspath a entièrement disparu, laissant des vides qui ont été partiellement remplis par du quartz. La transformation a été complète presque partout à Zinnwald, grâce au grand nombre de cassures qui ont sillonné le granit ; mais les termes intermédiaires, qui manquent en cet endroit, peuvent, au contraire, s'observer fréquemment dans le Cornouailles, aussi bien au contact des grands filons de Dolcoath et de Carn Brea que dans les amas stannifères du Michaels-Mount et de Cligga Head.

Indes Néerlandaises. — De l'étain a été découvert près de Siak (côte nord-est de Sumatra) dans les alluvions de petits ruisseaux qui descendent de pointements granitiques.

Sur les 15 districts stannifères de l'île de Bangka, 4 ont déjà été décrits par l'Institut des mines des Indes Néerlandaises qui en a fait aussi la carte géologique (1).

Tasmanie. — Comme le Queensland et comme la Nouvelle-Galles du Sud (2), la Tasmanie renferme des gîtes d'étain qui paraissent avoir de l'importance.

M. Charles Gould (3) en signale, notamment, au mont Bischof, éminence conique qui surmonte le plateau basaltique des collines Surrey. Le minerai d'étain y forme des veines disséminées dans une roche porphyrique, contenant de l'orthose et du quartz. Il y a aussi de la pyrite de fer et, de même que dans le Cornouailles, en se décomposant, elle produit un *gossan* ou *chapeau de fer*.

Des filons, remplis par une gangue argileuse, renferment de la galène, de la pyrite de fer et de grandes quantités de fer spathique. Dans les schistes métamorphiques accompagnant le porphyre, M. Gould signale encore des filons qui contiennent de l'antimoine et de la blende.

Fer.

Pyrite de fer.

Chizeuil. — M. Jutier, ingénieur en chef des mines, a fait une

(1) *Annales des mines des Indes Néerlandaises.* — E. Sauvage : *Rapport sur l'Exposition internationale de géographie.*
(2) *Revue de géologie*, XI, 78.
(3) *Quart. Journal Geol. Society*, XXXI, 109.

étude du gîte de pyrite de Chizeuil, qui a été découvert récemment et présente beaucoup d'importance.

Aux environs de Bourbon-Lancy (Saône-et-Loire), les deux formations géologiques dominantes sont le granite et des terrains schisteux plus ou moins feldspathisés, comprenant, auprès de Gilly et de Diou, des masses de calcaire remplies de débris de crinoïdes ainsi que de spongiaires, et qui paraissent devoir être rangées dans l'étage carbonifère.

Entre le granite et le terrain de transition court, du Nord au Sud, une bande assez mince d'un terrain mal défini que l'on considère, généralement, comme du gneiss, et qui n'est peut-être qu'un terrain de transition ancien et fortement modifié.

La montagne de Chizeuil, située sur la limite du gneiss et du terrain de transition, forme une butte presque uniquement composée de quartz, de minerai de fer et de terrains fortement altérés contenant ces deux substances; le minerai de fer a été très-activement exploité par le Creusot, qui en a tiré d'énormes quantités. Deux grandes excavations en sont résultées : l'une dite de la Foulquière, ayant environ 120 mètres en direction, 8 mètres de largeur moyenne, et 10 à 12 mètres de profondeur; l'autre, dite du Châtaignier, ayant près de 70 mètres en direction, 20 mètres de large, et 8 à 10 mètres de profondeur.

Il y a une dizaine d'années, les ressources superficielles étant épuisées, on poursuivit le minerai en profondeur; mais on le trouva de qualité médiocre, surtout sulfureux, et on l'abandonna. Il y avait, çà et là, des poches remplies de pyrites de fer. C'est sur ce point, c'est-à-dire près de la Foulquière, qu'on eut l'heureuse idée de rechercher si la pyrite ne deviendrait pas plus abondante en profondeur. Les travaux de reconnaissance, bien que peu développés, ont été couronnés d'un succès complet. A la profondeur de 22 mètres, on a rencontré plusieurs filons de pyrites, se recoupant entre eux; l'un de $1^m,50$ de puissance et plus, est dirigé, sur le Nord 35° Ouest magnétique, et plonge de 70° vers l'Est.

Ce filon est barré par un croiseur de nature pyriteuse, mais assez mince ($0^m,20$) dirigé E.-O. magnétique, qui a conduit à un autre filon de $3^m,50$ de puissance, plongeant également de 70° à l'Est, et dirigé vers le N. 10° E. magnétique.

Une autre recherche, poussée au niveau de 44 mètres, a rencontré ces mêmes filons, et l'un d'eux acquiert une épaisseur de 8 mètres.

On a reconnu que le minerai de fer s'arrêtait à 20 mètres du jour : une bande fort peu épaisse ($0^m,40$ à $0^m,50$) sépare de la pyrite

le minerai de fer. Elle est, en général, formée d'une matière ferrugineuse, non plus compacte, mais bulleuse, caverneuse, et qui semble accuser la transition de la pyrite au minerai de fer.

A 2 kilomètres et demi de distance de la montagne de Chizeuil, au lieu dit Montperroux, on a trouvé, presque à fleur du sol, un autre gisement pyriteux. Le filon dans lequel on était entré se dirigeait Est 30° N. magnétique, avec plongée de 80° au Sud; il a conduit à un croiseur N.-S. magnétique de 3 mètres d'épaisseur, plongeant à l'Est; puis, on a abouti au terrain de transition.

Les analyses faites à Paris par M. Hély d'Oissel, ancien élève de l'École des mines, ont donné les résultats suivants :

1° *Minerai de Chizeuil :*

				p. 100.
Minerai de choix ou lavé.	1°	Minerai sec, de choix.	Soufre	41,63
	2°	Idem	Soufre	37,30
	3°	Idem	Soufre	45,92
			Fer	40,95
			Cuivre	0,86
	4°	Idem	Soufre	44,97
			Arsenic	0,26
	5°	Minerai lavé	Soufre	45,98
	6°	Idem	Soufre	40,53
	7°	Idem	Soufre	48,59
Minerai tout-venant.	1°.		Soufre	27,56
			Fer	24,12
			Cuivre	0,12
	2°.		Soufre	35,93
			Arsenic	0,14
	3°.		Soufre	32,12

2° *Minerai de Montperroux.*

1° Minerai tout-venant, gros morceaux	Soufre	42,17
2° Minerai tout-venant, menu	Soufre	41,69
3° Tout-venant	Soufre	40,94
	Cuivre	2,24

D'un autre côté, ces pyrites ont aussi été analysées par M. Moissenet au Bureau d'essais de l'École des mines :

I Pyrite grenue, pâle, mêlée intimement avec une gangue granitoïde, composée, comme pour les échantillons qui suivent, de quartz, de feldspath et de mica.

II Pyrite jaune pâle, en morceaux un peu friables, présentant une agglomération de grains arrondis, de 2 à 3 millimètres de diamètre.

III Pyrite du filon de Montperroux; analogue à l'échantillon n° 1, mais un peu moins friable.

	S	Fe	Cu	As	Gangue.	Somme.
I	43,77	36,89	0,025	néant	18,60	99,285
II	51,23	43,19	0,025	traces	5,00	99,645
III	45,64	38,64	0,050	0,025	14,20	98,755

Les échantillons II et III, essayés pour or et pour argent, n'ont donné que des résultats négatifs.

On voit, d'ailleurs, qu'à Montperroux, le fer est accompagné d'une quantité notable de cuivre; et il est facile de constater la présence de ce dernier métal, dans les tas du minerai de Montperroux qui sont restés quelque temps exposés à l'air.

Malgré leur peu d'étendue, les travaux de Chizeuil, qui sont conduits par M. Morineau, ancien élève de l'École des mines de Paris, ont donc fourni déjà des résultats intéressants au point de vue industriel. comme au point de vue géologique.

Au point de vue industriel, et sans parler de l'importance du gisement lui-même, il est démontré qu'à Chizeuil le minerai de fer n'était que le chapeau de fer (*Eisenhut*, *Gossan*) marquant l'épanouissement à la surface du sol d'un réseau de filons de pyrites de fer qui s'enfoncent en profondeur : ce résultat est de nature à encourager, sinon des recherches immédiates, au moins des études dans ce sens sur les anciens gisements de minerai de fer, aujourd'hui abandonnés, qui se trouvent soit à Saint-Aubin, dans le département de Saône-et-Loire, soit à Saint-Léon, dans le département de l'Allier, lesquels appartiennent au terrain de transition, et paraissent être assez analogues à ceux de Chizeuil.

Au point de vue géologique, ce qui a particulièrement frappé M. Jutier, c'est le rapprochement que l'on peut faire entre le gisement de Chizeuil et celui de Framont dans les Vosges : les conditions générales sont les mêmes et le résultat a été pareil. En effet, dans la mine de Granfontaine, qui a longtemps alimenté les célèbres forges de Framont, on a vu en profondeur la pyrite de fer succéder au peroxyde de fer, et une fabrique d'acide sulfurique a remplacé le haut fourneau; il en a été de même dans la concession voisine de Rothau.

Il serait d'un grand intérêt, comme le remarque M. Jutier, de déterminer l'âge de ces divers filons, de voir s'il n'y a pas de rapprochements plus intimes à faire entre eux, malgré la distance, et de comparer leurs directions. En particulier, M. Jutier observe que la source thermale de Bourbon-Lancy se trouve sur la direction de l'un des filons de Chizeuil, et qu'on a rencontré de la pyrite de fer dans son voisinage.

La localité de Chizeuil est donc bien propre à appeler l'attention des géologues, et cette première étude provoque l'examen de plusieurs questions géologiques très-intéressantes.

Fer oxydulé.

HAYTOR. — M. Le Neve Foster (1) a décrit un gisement de minerai de fer magnétique, situé à Haytor, près de Dartmoor. Le minerai forme une couche de 2 mètres d'épaisseur, régulièrement intercalée au milieu de schistes altérés et de grès appartenant à l'étage carbonifère. Dans le voisinage du minerai, la roche encaissante se charge fortement d'amphibole hornblende; en quelques points, elle paraît entièrement formée d'actinote. Le grenat y est très-abondant. L'affleurement de la couche de fer oxydulé peut être suivi sur plus d'un kilomètre. De même que l'auteur, nous pensons que cette couche est un dépôt stratifié métamorphique et non pas une variété de trapp éruptif, comme certaines personnes l'avaient admis.

COGNE. — M. l'ingénieur des mines Parran (2) a étudié des gîtes de fer oxydulé de Cogne en Piémont. Ces minerais se trouvent dans des schistes micacés ou talqueux, appartenant à la zone des roches vertes de M. Gastaldi et au voisinage de calcaires cristallins. On y observe la serpentine noble, l'asbeste, la dolomie, le talc et un peu de brucite. Le gîte le plus important, celui de la Licone, forme un amas lenticulaire de 150 mètres sur 25 ou 30 mètres. Le pyroxène est absent, ou du moins très-rare dans le district métallifère. Avec M. Gastaldi, M. Parran considère ce gisement comme antésilurien.

NANZENBACH. — Un fer oxydulé magnétique de Nanzenbach, dans le Nassau, a été analysé par M. Th. Petersen (3).

Fe^2O^3	FeO	MnO	NiO	CoO	ZnO	MgO	SiO^2	HO	Somme.
64,56	21,98	0,50				0,71	6,30	5,35	99,40

Ce minerai contient en outre des traces de chrome et de titane. Il forme, d'ailleurs, une couche dans le spilite (*Schalstein*) et, d'après M. Petersen, il résulterait du métamorphisme d'une hématite siliceuse.

TURQUIE. — Un minerai de fer oxydulé magnétique et sableux, de la montagne Vitos en Turquie, a été analysé par M. H. von Drasche, qui a trouvé pour sa composition :

FeO	Fe^2O^3	TiO^2	Somme.
14,37	84,34	2,48	101,19

(1) *Geol. Society*, 23 juin 1875.
(2) *Bull. Soc. géol.* [3], II, 357.
(3) *Neues Jahrbuch*, 1872, 503.

Le minerai de Vitos, que l'on purifie au moyen de lavages, provient, d'après les observations de M. F. de Hochstetter (1), de la décomposition d'une syénite, composée d'orthose, d'anorthose, d'hornblende, avec du quartz, du fer oxydulé magnétique, du mica, du sphène, ainsi que de l'apatite en cristaux microscopiques.

PENNSYLVANIE. — Divers minerais de fer oxydulé magnétique de Pennsylvanie ont été analysés par M. M'Creath (2). Dans le comté d'York, ils sont intercalés dans des roches métamorphiques qui paraissent être cambriennes. Bien que siliceux, ils sont de très-bonne qualité et éminemment propres à la fabrication du métal Bessemer et de l'acier; ils ont, en effet, peu de phosphore, et leur soufre peut, pour la plus grande partie, être éliminé par le grillage.

I Magnétite, dure et compacte, contenant beaucoup de pyrite; de la mine Fuller près Dillsburg.

II Roche chloritique d'une couleur verte, contenant des cristaux de magnétite ainsi que de la calcite; du *Help Bank* au nord de Shrewsbury. Au moyen de l'aimant, on en a d'abord enlevé plus de 4 pour 100 de magnétite.

	FeO	Fe^2O^3	FeS^2	Sulfide de cuivre.	Sulfide de cobalt.	Al^2O^3	MnO	CaO	MgO	KO NaO	CO^2
I	18,39	43,41	0,45	traces	0,33	2,77	0,35	7,56	5,00	0,05	1,64
II	10,48	7,32	1,52	0,06	»	7,39	0,48	6,35	5,69	2,19	4,42

	SO^3	PO^5	TiO^3	HO	SiO^2	Somme.	Fe	S	P
I	0,01	0,05	»	2,32	17,86	101,19	44,90	0,24	0,02
II	0,02	0,20	1,26	2,14	50,15	99,97	14,13	0,99	0,09

Hématite.

WHITEHAVEN.— M. Kendall (3) a décrit les gîtes d'hématite de Whitehaven et de Furness. Ces dépôts sont situés dans le calcaire carbonifère, où ils se présentent à tous les niveaux possibles, et généralement dans le voisinage des failles; leur plongement est le même que celui des roches encaissantes, et leur grand axe correspond avec le méridien magnétique.

L'auteur pense que ces dépôts ont été formés par des eaux chargées de bicarbonate de fer et provenant du terrain houiller; l'époque de leur formation serait comprise entre le grès houiller et le permien.

(1) *Jahrbuch d. geol. Reichsanst*, XXII, 335.
(2) *Second geological Survey of Pennsylvania*, 1874-75; *Report of progress in the laboratory of the Survey at Harrisburg.*
(3) *Geol. Society*, 24 juin 1874.

PENNSYLVANIE. — Quatre hématites de Pennsylvanie, provenant de divers terrains géologiques, ont encore été analysées par M. M' Creath (1). Voici quelle est leur composition :

I Hématite brune, dure et à structure un peu laminaire; du silurien du comté Huntingdon.

II Hématite rouge foncée et légèrement schisteuse ; du silurien de la vallée Ferguson, à l'ouest de Yeagertown.

III Hématite ayant des cavités remplies d'argile ferrugineuse; du terrain dévonien au Nord-Ouest de Lewistown.

IV Limonite brune, compacte, sableuse; formée à l'époque actuelle dans des marais au Nord-Ouest de M'Veytown et ayant jusqu'à 1 mètre d'épaisseur.

	Fe^2O^3	Al^2O^3	MnO^2	MnO	CaO	MgO	BaO	PO^5	SO^3	HO	Résidu insoluble.	Somme.	Fe	Mn	S	P
I	72,43	4,21	0,27	»	0,32	0,43	»	0,28	trace	4,62	17,00	99,56	50,70	»	traces	0,12
II	42,86	7,82	0,09	»	0,45	0,74	»	0,55	0,12	5,50	41,51	99,64	30,00	»	0,05	0,24
III	62,14	3,80	0,65	»	0,72	0,36	»	1,36	0,05	11,39	19,69	100,16	43,50	»	0,02	0,60
IV	29,46	5,64	»	14,90	0,28	0.34	0,20	3,04	»	23,27	22,84	99,97	20,63	10,38	0,03	1,33

Canga.

BRÉSIL. — Dans plusieurs provinces du Brésil, on désigne sous le nom de *Canga* un conglomérat ferrugineux qui est exploité, soit comme minerai de fer, soit comme minerai d'or, et qui peut aussi contenir du diamant. Les idées les plus disparates ont été émises sur son âge et sur son origine : suivant d'Eschwege, il représente le *Roth todt liegendes*, dans la province de Minas Geraes; d'autres l'ont considéré comme une roche éruptive, à cause d'une structure caverneuse qui, lorsqu'il est altéré par l'eau, le fait, jusqu'à un certain point, ressembler à une lave. Des observations précises dues à M. H. Gorceix (2), directeur de l'École des mineurs d'Ouro Preto, établissent au contraire que c'est un conglomérat moderne, qui provient du remaniement des *Itabirites*.

En effet, les couches de *Canga* s'observent sur les flancs des montagnes formées d'Itabirites. Pendant la saison des pluies, les Itabirites sont ravinées par les eaux et fournissent des débris dont le grain diminue à mesure qu'on s'éloigne de la base de la montagne. Ces débris sont ensuite cimentés par des eaux ferrugineuses et passent alors à l'état de *Canga*.

La Canga participe du reste de la nature des Itabirites desquelles elle provient. Ainsi, elle est tantôt manganésifère, tantôt aurifère

(1) *Second geological Survey of Pennsylvania, Report of progress in the laboratory of the Survey at Harrisburg*, 1875.

(2) Lettre à M. Delesse; 3 décembre 1875.

et susceptible d'être exploitée, comme près d'Itabira-de-Matto-dentro, où de l'or se rencontre dans la variété d'itabirite friable, qui est connue sous le nom de *Jacutinga*.

A l'est de la Serre de Carace, les couches de *Canga* peuvent atteindre 10 mètres ; elles présentent un conglomérat très-dur, qui est presque entièrement composé de fer oligiste, et qui repose directement sur le gneiss et sur les schistes cristallins. Mais, à Fonseca, elles recouvrent des couches de sables avec une argile blanche, qui ont une épaisseur de 22 mètres, et au-dessous desquelles M. Gorceix a trouvé 4 mètres de schistes avec minces couches de lignites. Ces derniers schistes sont très-riches en empreintes végétales parfaitement conservées, et qui appartiennent toutes à la flore actuelle de la région (Schizolobium excelsum, Mimosa calodendron, Miconia lingustroïdes).

Comme le remarque M. Gorceix, il existait vraisemblablement un lac, à Fonseca, dans les eaux duquel tombaient les feuilles des végétaux qui croissaient sur ses bords. Puis, des torrents ont raviné les flancs de la Serre d'Espinhaço, en entraînant au loin des débris d'Itabirite qui, cimentés ensuite, ont passé à l'état de *Canga*. Le lac a, d'ailleurs, été desséché, et les eaux ont pris leur régime actuel.

D'après les observations de M. Gorceix, les *cascalhos* diamantifères, que l'on a quelquefois confondus avec de véritables grès, se sont formés de la même manière.

Fer carbonaté lithoïde.

PENNSYLVANIE. — Deux fers carbonatés lithoïdes de Pennsylvanie, qui étaient durs, compactes, à cassure conchoïde, et d'une couleur grise, ont été analysés, le premier par M. M'Creath (1) et le second par M. Forman.

I Fer carbonaté du terrain dévonien au Nord-Ouest de Lewistown. Il contient 38,70 p. 100 de fer métallique, 0,19 de soufre et 0,57 de phosphore.

II Fer carbonaté (*Blackband*), du terrain houiller de Snow Shoe Basin, comté du Centre ; il contient 28,7 p. 100 de fer métallique.

	FeO	Fe^2O^3	FeS^2	Al^2O^3	MnO	CaO	MgO	SiO^2	PO^5	SO^3	CO^2	HO	Matières carbonées.	Résidu insoluble.	Somme.
I	48,86	0,83	0,26	2,24	1,63	4,54	0,57	»	1,31	0,13	32,65	0,37	0,36	6,41	100,16
II	33,17	4,13	0,24	3,35	1,96	3,49	2,02	20,16	0,51	trace	25,95	1,65	2,73	»	99,36

(1) *Second geological Survey of Pennsylvania, Report of progress in the laboratory of the Survey at Harrisburg*, 1875.

Le minerai de fer carbonaté dévonien s'exploite dans les contrées de Muflin et de Huntingdon et il est de très-bonne qualité; sa teneur moyenne en phosphore est de 0,189 et sa richesse en fer de 36,72 p. 100; par le grillage, cette dernière s'élève d'ailleurs à 45 et même jusqu'à 60.

Quant au minerai de fer carbonaté du terrain houiller de la Pennsylvanie, il n'a pas une teneur en fer qui soit élevée; mais le grillage l'enrichit assez pour que son traitement dans le haut fourneau devienne très-avantageux, d'autant plus qu'il renferme peu de soufre et de phosphore; M. M'Creath pense même que ce minerai est appelé à jouer un rôle de quelque importance dans l'industrie du fer aux États-Unis.

Nickel.

NOUVELLE-CALÉDONIE. — La présence de nickel dans la Nouvelle-Calédonie a été signalée, depuis plusieurs années, sur un grand nombre de points de l'île, par M. Jules Garnier (1). Comme ce métal atteint actuellement des prix élevés, on s'est mis à le rechercher et à l'extraire activement dans la colonie. Plusieurs centaines de tonnes de minerai de nickel de la Nouvelle-Calédonie sont même attendues en France, et voici l'analyse faite au Bureau d'essais de l'École des mines, d'un des nombreux échantillons qui ont été rapportés par M. J. Garnier :

Gangue et silice	44,00
Magnésie	16,30
Oxyde de nickel	19,00
Alumine et fer	0,60
Eau	20,00
Somme	99,90

Jusqu'ici le nickel n'était point retiré de composés oxydés; aussi, par reconnaissance pour l'auteur de la découverte de ce nouveau minérai, on a donné à ce dernier le nom du *Garnierite*, sur la proposition de M. le professeur Dana des États-Unis, du Révérend W. B. Clarke, géologue de la Nouvelle-Galles du Sud et du professeur Liversidge, de l'Université de Sydney.

La *Garnierite* est d'un beau vert et il est peu de gîtes de serpentines de la Nouvelle-Calédonie qui n'en présentent au moins des traces; parfois, elle forme des enduits à la surface des roches

(1) Extrait d'une lettre de M. J. Garnier à M. Delesse.

magnésiennes ; elle remplit encore les cavités d'un silex caverneux qui accompagne les serpentines : en filons, elle est parfois associée à d'autres métaux, notamment au cuivre. Parmi les gîtes explorés, ceux des environs de Kanala sont maintenant les plus rémunérateurs et M. J. Garnier pense que la Nouvelle-Calédonie est appelée à devenir une des sources les plus importantes de ce métal.

Cuivre et étain.

CORNOUAILLES. — Dans une étude des filons d'étain et de cuivre du Cornouailles, M. J. Arthur Phillipps (1) arrive à la conclusion qu'ils résultent de forces ayant agi postérieurement à la solidification de l'*elvan*, mais dans la même direction générale que celles qui ont déterminé l'éruption de ce porphyre. Les fentes engendrées ont ensuite été remplies par des minéraux déposés par l'action de l'eau ou de vapeurs aqueuses qui, comme l'observe M. Forbes, venaient d'en bas, bien que n'atteignant pas nécessairement une température élevée. Ces dissolutions provenaient-elles de la profondeur ou résultaient-elles du lavage des roches encaissantes? Il est difficile de le dire; mais l'auteur signale les effets produits par le parallélisme de certains dépôts de minerai avec les lignes de plongement des couches et montre que les infiltrations latérales ont dû jouer un grand rôle. Ces dernières infiltrations sont du reste accusées par les *Stockwerks* et par les dépôts de contact qui se sont formés à la jonction de deux roches.

M. J. A. Phillips constate encore que la nature de la roche encaissante a exercé une grande influence sur la composition des filons métallifères.

Nous nous bornerons à rappeler que les filons du Cornouailles ont déjà été l'objet de travaux très-nombreux, et, parmi ceux publiés dans ces derniers temps, nous mentionnerons ceux de MM. Henwood et Moissenet (2).

Cuivre et plomb.

LANGEAC. — De nombreux filons de spath fluor existent dans le chaînon de gneiss qui porte le village de Barlet, le long de la limite orientale du petit bassin houiller de Langeac (Haute-Loire). Ces filons, qui viennent d'être étudiés par M. H. Amiot, sont com-

(1) *Geological Society*, mars 1875.
(2) *Revue de géologie*, XI, 233.

pris dans une zone métallifère dont la direction générale est S. 30° E. et qui traverse la partie occidentale du Puy-de-Dôme et de la Haute-Loire. L'un d'eux peut être suivi sur une longueur de 600 mètres; il est dirigé S. 40° E. et plonge de 70° à 75°, vers l'E. sur une partie de son parcours, vers l'O. sur une autre. Le spath fluor y est compacte, vert ou parfois violet; sa puissance va de 1m,50 à 2 mètres et même à 3 mètres. Il est souvent divisé dans le sens de sa direction, par des filets quartzeux, épais de quelques centimètres. Il contient sur une partie de la longueur du filon une veine de quartz blanc, laiteux, variant de 0m,10 à 0m,50; ce quartz est parsemé de mouches de pyrite de cuivre, quelquefois abondantes. Un second filon parallèle au premier, dont il est distant de 150 mètres environ, contient au milieu du spath fluor une veine de quartz avec mouches et veinules de galène, riche en argent (615 gr. aux 100 kil. de plomb).

Ces deux filons sont l'objet de travaux de recherches à cause des minerais de cuivre et de plomb qu'ils renferment. Ils sont encaissés dans un gneiss, à mica blanc nacré, d'un aspect particulier. Les travaux ouverts dans le terrain houiller, que traverse leur direction prolongée, ne les ont pas rencontrés; cependant, on voit des galets de grès houiller dans le premier filon, au voisinage de la limite; il est donc certain qu'il a y eu au moins réouverture, postérieurement à l'époque houillère.

M. H. Amiot indique encore plusieurs autres filons de spath fluor qui ont été découverts aux environs de Barlet; quelques-uns sont orientés S. 40° E.; d'autres se dirigent E. 25° N. Ils ont seulement été l'objet de fouilles superficielles, dans lesquelles on n'a pas rencontré de minerais métalliques.

La direction S. 40° E. se retrouve, d'après M. Amiot, dans de grandes failles qui coupent le terrain tertiaire de la Limagne, près de sa limite S.-O.; elle se rapporterait au système du mont Serrat. La direction E. 25° N. serait celle du système du Sancerrois. L'âge récent de ces deux systèmes de montagnes s'accorderait bien avec la présence de galets houillers dans un des filons.

Meyrueis et Florac. — M. Edmond Fuchs (1) a étudié le groupe des filons de plomb et de cuivre, développé aux environs de Meyrueis et de Florac, sur la limite du Gard et de la Lozère, dans des schistes cristallins séparés du granite par une zone de micaschistes. Ces filons, au nombre de 120, se groupent en trois séries principales :

(1) *Mémoire sur les gisements de Meyrueis et de Florac.* — Paris, 1874.

1° Les filons Est-Ouest, puissants de 1m,50 à 2 mètres, qui sont continus et nombreux. Leur remplissage fondamental paraît être un mélange de quartz et de barytine ; la galène riche est arrivée plus tard avec beaucoup de quartz. Elle contient de 100 à 400 grammes d'argent aux 100 kilogrammes de plomb d'œuvre;

2° Les filons Est-Sud-Est. Dans le Sud du district, ils sont essentiellement quartzeux et contiennent de la pyrite cuivreuse, parfois accompagnée de cuivre gris. Dans le Nord, ces mêmes filons deviennent surtout plombeux et barytiques. L'âge de ces filons semble indiqué par la présence de la pyrite de cuivre dans une assise silicifiée du lias, au Causse Méjéan, près de Florac;

3° Les filons Nord-Est, qui jouent dans le district en question, comme dans celui de Vialas, le grand rôle minéralisateur, bien qu'ils soient eux-mêmes peu puissants et peu réguliers. Ils sont caractérisés par de la barytine rose, en veinules. La teneur en argent de leur galène atteint et dépasse 700 grammes.

Mercure.

Idria. — Dans le célèbre gîte d'Idria, Autriche-Hongrie, qui est actuellement exploité par M. le Bergrath Lipold, le mercure se rencontre sous deux formes : celle de mercure natif, en fines gouttelettes imprégnant les schistes, et celle de cinabre, imprégnant soit des schistes, soit des conglomérats dolomitiques.

Les couches que l'on rencontre à Idria présentent, d'après M. Lodin (1), de bas en haut, la coupe suivante :

1° Calcaire gris foncé, dur, esquilleux, connu sous le nom de *Liegendkalk*, parce qu'il forme le mur du gîte. Il est peu ou point fossilifère ; néanmoins des plantes fossiles, trouvées récemment, ont permis à l'Institut géologique de Vienne de rattacher ce calcaire au niveau des schistes de Werfen, c'est-à-dire à la base du trias.

2° Couche peu épaisse de grès verdâtre et pyriteux, désignée fréquemment sous le nom de tuf.

Schiste métallifère, formant une couche fort inégale dans son épaisseur et portant la trace de dislocations violentes. Ce schiste, de couleur variable, est généralement d'un noir mat. Sa richesse en mercure varie dans des limites très-étendues.

4. Couche dolomitique (*Wengener Schichten*, qui, après avoir subi des broyages, a été transformée en un conglomérat, médiocrement riche en cinabre, mais exploitable cependant dans un grand nombre de cas.

(1) *Extrait d'un Journal de voyage* de M. Lodin, élève-ingénieur des mines, 1874.

5° Puissantes couches de schiste imprégné de mercure, connues sous le nom de *Silberschiefer*.
6° Grès rougeâtre stérile.

Les couches du n° 5 sont parfois recouvertes par un calcaire fétide (*Stinkstein*), lequel est fort développé entre Idria et Ober Laybach, ainsi que par le *Muschelkalk* et le *Höhlenkalk*, qui appartiennent déjà à la base du jurassique et se montrent souvent dans la Carniole.

Les couches imprégnées de mercure appartiennent à la partie inférieure du trias; elles sont orientées à peu près suivant la direction 130° S., qui se rapproche beaucoup de la direction du Thuringerwald.

Les actions mécaniques qui ont disloqué les couches, à Idria, ont vraisemblablement été très-violentes.

Platine.

Platine associé au fer chromé et à la serpentine.

On sait que le platine de l'Oural n'est connu, jusqu'à présent, qu'en grains isolés. Les recherches de M. Le Play avaient bien appris que sa roche mère devait très-vraisemblement être la serpentine, mais c'est seulement dans ces derniers temps qu'on a trouvé, à Nijné-Taguilsk, des échantillons qui ont permis de le bien constater.

Dans un galet de serpentine, M. Daubrée (1) a reconnu du platine qui s'y trouvait associé au fer chromé. Examinant cette roche au microscope polarisant, il y a reconnu des grains ayant tous les caractères optiques du péridot, qui avaient été plus ou moins transformés en serpentine; il y avait aussi un élément pyroxénique qui, d'après M. Des Cloizeaux, paraît être un sahlite ferrifère.

L'association du platine et du fer chromé est extrêmement intime et, suivant M. Daubrée, on peut s'en rendre compte en concevant que les trois corps platine, fer et chrome, d'abord à l'état métallique, ont été originairement soumis à une sorte de scorification partielle; c'est ce que confirme l'expérience. Cette scorification serait tout à fait analogue à celle par laquelle M. Daubrée, en s'appuyant aussi sur des expériences, a cherché à imiter des météorites dans lesquels le fer se trouve également, en partie à l'état métallique et en partie à l'état oxydé.

(1) *Comptes rendus*, LXXX, 707.

La présence du fer métallique, allié au platine natif, suffirait déjà pour le caractériser au milieu de toutes les substances minérales connues dans l'écorce terrestre, et pour le rapprocher des roches météoritiques.

Comme autre trait d'analogie, il importe d'observer qu'ordinairement les roches météoritiques, à base de péridot, contiennent aussi du fer chromé; elles ressemblent donc, minéralogiquement, à la gangue du platine de l'Oural. Cette ressemblance, que M. Daubrée avait signalée autrefois, trouve une confirmation remarquable et se complète par la présence du péridot qui accompagne le platine. Le rapprochement est particulièrement frappant pour la météorite tombée à Chassigny (Haute-Marne) qui, d'après l'analyse très-exacte de M. Damour, se compose presque entièrement de péridot, auquel se joint du fer chromé dans la proportion de 4 p. 100. La ressemblance entre cette roche cosmique et la roche terrestre de Nijné Taguilsk, s'étend jusqu'à l'aspect de la texture. Toutefois, suivant M. Daubrée, il existerait entre ces deux roches cette différence, que la gangue du platine de Nijné Taguilsk se serait transformée, et qu'elle aurait subi une hydratation dans laquelle la serpentine se serait produite aux dépens du péridot, tandis que, dans la météorite de Chassigny, ce minéral est resté inaltéré.

Dans son travail, M. Daubrée signale les traits multiples et inattendus de similitude, tant dans la constitution minéralogique que dans le mode possible de formation, qui rapprochent certaines météorites de la gangue de platine à péridot et fer chromé.

Météorites et roches analogues.

M. Walter Flight (1) a entrepris la description de toutes les chutes de météorites survenues depuis le commencement de 1869, époque à laquelle s'arrêtait le travail de M. Rammelsberg, sur la composition chimique de ces corps.

L'ouvrage de M. Flight comprend aussi l'exposé des travaux publiés de 1869 à 1874 sur les chutes plus anciennes. On y trouve en outre un résumé très-complet de toutes les observations relatives au fer natif du Groënland (2). Nous croyons devoir conserver l'expression de *fer natif*, car la description donnée par M. Nauck-

(1) *Geol. Mag.*, 1875, 16, 115, 152, 214, 257, 362, etc.
(2) *Revue de géologie*, X, 101.

hoff du gisement des blocs d'Ovifak apporte, il faut en convenir, de puissants arguments en faveur de l'opinion qui refuse à ces blocs une origine météorique. La liaison intime des masses de fer avec le dyke de basalte qui fait saillie sur la côte, l'alignement des blocs dans le prolongement du dyke, la présence, dans le basalte, de fer magnétique et de masses ellipsoïdales de fer natif, allongées dans le sens même du dyke, sont autant de raisons, suivant nous, de considérer le fer d'Ovifak comme intimement lié au basalte.

En faveur de cette manière de voir, on peut invoquer le fait rappelé par M. Flight, de la découverte faite par M. le professeur Andrews de fer natif en parcelles microscopiques dans le basalte de Belfast et d'Antrim. Mais on doit à M. Rammelsberg des considérations encore plus puissantes. On sait que les laves anciennes d'Islande et de Java sont formées d'augite et d'anorthite, comme la météorite de Juvenas. Les bombes des volcans éteints de l'Eifel sont constituées par du péridot, de l'augite, de la bronzite et du fer chromé, minéraux qui abondent tous dans les météorites. Cela étant, n'est-il pas naturel que le fer qui doit exister au centre de la terre, pour justifier la haute densité de notre planète, offre les mêmes caractères que celui des pierres tombées du ciel, notamment la présence du nickel et du carbone? Et n'est-il pas injuste d'invoquer, contre son origine terrestre, une similitude de composition en quelque sorte nécessaire?

M. Daubrée a déjà fait remarquer que le Groënland, par l'abondance des roches doléritiques, paraît présenter à un haut degré les conditions propres à l'apparition au jour de masses situées à de grandes profondeurs. Le même savant admet que le basalte de cette contrée a pu subir, pendant son éruption, une action réductrice que rend d'ailleurs assez probable la présence, à ces latitudes, de couches abondantes de lignite.

Enfin M. Lawrence Smith (1), dans un travail sur les caractères magnétiques de l'oxyde de fer, dérivé du fer natif météorique, annonce avoir acquis la conviction que les masses d'Ovifak sont d'origine terrestre.

— Relativement à la composition minéralogique des météorites, M. Stanislas Meunier (2) a fait observer, d'après diverses recherches, que la *Troïlite* ne serait pas un simple protosulfure de fer, mais une variété de Pyrrhotine Fe^7S^8.

---

(1) *Comptes rendus*, 1874.
(2) *Comptes rendus*, LXXVIII, 763.

FRANCE. — M. Daubrée (1) a examiné deux météorites provenant de deux chutes inédites qui ont eu lieu en France, l'une à Montlivaud (Loir-et-Cher), le 22 juillet 1838, l'autre à Beuste (Basses-Pyrénées) en mai 1859.

La première de ces météorites est formée de péridot, associé à un minéral pyroxénique, avec fer nickelé et pyrite magnétique (pyrrhotine) et appartient au type le plus répandu.

La seconde, de couleur grise, traversée par des veines noires, ramifiées et anastomosées entre elles, ressemble à plusieurs autres provenant de chutes antérieures, en particulier aux météorites tombées également en 1859 à Mexico et dans les îles Philippines.

VIDDIN. — M. Daubrée (2) a également examiné une météorite qui est tombée le 20 mai 1874, à Virba, près Viddin en Turquie. Il a reconnu qu'elle est formée des espèces minérales les plus habituelles et qu'elle appartient au groupe des *sporadosidères* et à la section des *oligosidères*.

RODA. — En outre M. Daubrée (3) a examiné au microscope une météorite provenant d'une chute qui a eu lieu à Roda (Espagne), en 1871. Il a reconnu que la substance prédominante, observée dans cette météorite, appartient vraisemblablement, non à l'hypersthène, mais à la bronzite. Par l'absence du fer natif, cette météorite vient se ranger dans la dernière des quatre grandes divisions sous lesquelles M. Daubrée a classé toutes les météorites, c'est-à-dire dans les *asidères*. Toutefois, si on la compare aux types que l'on connaissait jusqu'à présent dans cette classe, on voit qu'elle en diffère d'une manière très-notable.

D'un autre côté la météorite de Roda se rapproche beaucoup de certaines roches terrestres, tant par son facies minéralogique que par sa nature chimique; comme le remarque M. Daubrée, elle établit donc un nouveau trait d'union entre les roches cosmiques et les roches qui appartiennent à notre globe.

ATACAMA.— Un fer trouvé dans le désert d'Atacama a été examiné par M. G. Tschermak (4). Ce fer montre les dessins habituels des lamelles octaédriques de troïlite. Il contient aussi de la schreiber-

(1) *Comptes rendus*, LXXVI, 314.
(2) *Comptes rendus*, LXXIX, 276.
(3) *Comptes rendus*, LXXIX, 1509.
(4) *Jahresber. über d. Fortschritte d. Chemie*, 1871, 1243.

site. Une analyse faite par M. E. Ludwig a donné la composition suivante :

Fe	Ni	Co	Cu	P	Somme.
91,53	7,14	0,41	traces.	0,44	99,52

La troïlite se rencontre, avec les mêmes caractères, dans le fer natif de Jewell Hill, Caroline du Nord.

Gaz des météorites.

Il est très-intéressant de rechercher quelle est la composition du gaz contenu dans les météorites ; c'est ce que M. J. W. Mallet (1) a entrepris pour le fer météorique du comté Augusta (Virginie). Le gaz a été recueilli en faisant le vide avec la pompe de Sprengel. Le volume obtenu s'élevait à peu près au double de celui du fer météorique dont la densité était 7,85 : il a été fractionné en 3 parties ; A correspond aux deux premiers quarts du gaz dégagé par le vide ; B au troisième quart ; C au quatrième quart.

	H	CO	CO^2	Az	Somme.
A.	22,12	15,99	7,85	6,06	
B.	10,52	11,12	1,02	1,45	
C.	3,19	11,22	0,88	8,58	
Somme. . .	35,83	38,33	9,75	16,09	100,00

On voit que la composition chimique du gaz, dégagé par un fer météorique, varie beaucoup au commencement et à la fin de l'opération. Ce gaz contient de l'hydrogène, de l'oxyde de carbone, de l'acide carbonique et de l'azote. M. J. W. Mallet a trouvé plus d'oxyde de carbone que d'hydrogène : ce résultat est contraire à l'opinion de Graham ; d'après des expériences analogues, ce savant avait admis, en effet, que l'oxyde de carbone domine seulement dans les fers terrestres, tandis que l'excès d'hydrogène est caractéristique pour les fers météoriques.

Origine des météorites.

Lorsqu'on examine des collections de météorites, on est surtout frappé, dit M. Tschermak (2), de leur structure fragmentaire. Leurs formes sont anguleuses et, comme l'a montré Haïdinger, la croûte noire qui adoucit les arêtes de leur surface s'est formée seulement au moment de leur pénétration dans l'atmosphère terrestre.

(1) *Philosophical Magazine* [4], XXXXIV, 31 ; *Jahresbericht der Chemie*, 1872, 1191.

(2) *Sitzb. d. K. Akad. d. Wissenschaften*, avril 1875.

Les météorites peuvent quelquefois présenter des caractères indiquant qu'elles se sont formées par cristallisation lente ; toutefois, la plupart sont composées de petits fragments et de grains arrondis qui accusent un frottement et une trituration ; ce sont, comme Haïdinger les a appelées le premier, des tufs météoritiques. D'un autre côté, ainsi que l'a remarqué M. Zirkel, ces tufs ne présentent pas de laves scorifiées et vitreuses, comme les cendres volcaniques terrestres.

Déjà M. Daubrée (1) a cherché à expliquer l'origine des météorites soit par le choc, soit par l'explosion de masses planétaires.

Mais M. Tschermak observe que, dans le cas d'un choc, on devrait avoir des débris de grosseur inégale ; or, ils sont généralement très-petits et une météorite du poids de 5 kilogrammes est déjà assez rare. Il lui semble donc plus naturel d'admettre l'explosion, telle qu'elle paraît avoir été reconnue par Zöllner, Young, Respighi et Lockyer, à la surface du soleil, où elle a lieu avec une énergie qui dépasse tout ce que nous voyons sur la terre. On peut concevoir que des corps planétaires de petite dimension aient été soumis à ce régime d'explosions et qu'ils aient lancé dans l'espace de menus débris qui, ensuite, ne pouvaient plus retomber sur leur surface ; pareille hypothèse avait déjà été admise pour la lune par La Place et Berzélius. Cette forme spéciale du volcanisme cosmique suppose toutefois une intervention très-énergique de gaz ou de vapeurs, et il est probable que l'hydrogène y a joué un rôle important.

Enfin nous rappellerons que précédemment M. Stanislas Meunier (2) a indiqué pour les météorites une origine assez différente ; en effet, il les attribue à un petit satellite de la terre qui aurait été démoli et dont elles seraient les débris. Sous l'influence d'actions qui lui paraissent se manifester dans la lune, ce satellite se serait désagrégé successivement et, se réduisant en fragments très-petits, il aurait en définitive produit les météorites.

Age des roches éruptives.

Dans son *Traité de géologie*, duquel nous avons déjà parlé précédemment, M. Franz de Hauer (3) décrit les différentes roches

(1) *Journal des savants*, 1870.
(2) *Géologie des météorites.*
(3) *Die Geologie und ihre Anwendung*, 3e Lieferung, Wien, 1874.

éruptives qui sont intercalées dans la série des terrains. Voici le tableau qui résume l'ensemble des observations faites dans l'Empire austro-hongrois :

TERRAINS.	ROCHES ÉRUPTIVES.
Alluvions et Diluvium.	Laves modernes.
Néogène (Miocène et Pliocène).	Trachyte, Basalte.
Eocène.	Basalte.
Crétacé.	Teschenite, Pikrite, Banatite.
Jurassique.	Porphyre, porphyre augitique, mélaphyre.
Trias.	Porphyre, porphyrite, monzonite, granite tourmalinifère, mélaphyre, porphyre augitique, euphotide, serpentine.
Permien (Dyas).	Quartz, porphyre, mélaphyre.
Carbonifère.	Diabase, porphyre, serpentine, granite?
Dévonien.	Porphyre, diabase, euphotide.
Silurien.	Porphyre, diorite, diabase.
Gneiss, micaschiste, etc.	Granite, syénite, porphyre, diorite, serpentine, etc.

Il est facile de constater la récurrence d'une même roche dans des terrains qui n'ont pas à beaucoup près le même âge; c'est en particulier ce qui a lieu pour le granite, le porphyre, la diorite, le mélaphyre, l'euphotide et la serpentine.

D'un autre côté M. le professeur F. de Hochstetter établit, de la manière suivante, l'âge des principaux types de roches éruptives :

Roches volcaniques.	Lave rhyolithique.	Lave trachytique.	Lave andésitique.	Lave basaltique.
Roches plutoniques récentes. .	Trachyte quartzifère.	Trachyte.	Andésite.	Basalte.
Id. moyennes.	Porphyre quartzifère.	Porphyrite.	Mélaphyre.	Porphyre augitique.
Id. anciennes.	Granite.	Syénite.	Diorite.	Diabase.

Comme nous avons déjà eu l'occasion de le faire remarquer précédemment, l'étude des roches éruptives qui a été faite dans ces dernières années montre bien que la composition chimique ou minéralogique peut être la même pour des roches d'âges très-différents. Aussi M. F. Zirkel (1) déclare-t-il avec raison que la division habituelle des roches éruptives en anciennes (antérieures au tertiaire) et en nouvelles (postérieures au tertiaire) est en définitive peu convenable.

En effet, si l'on fait abstraction de quelques légères modifications dans la structure microscopique du quartz et dans l'état du feld-

(1) *Die mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine.*

spath, il n'y a pas de différences, soit macroscopiques, soit microscopiques, entre le porphyre quartzifère ancien (*Felsit porphyr*) et la liparite (*Quartz trachyt*). De même, abstraction faite d'altérations moléculaires plus ou moins avancées, il n'existe pas de différence, pour la composition et pour la structure, entre beaucoup de mélaphyres qui sont anciens et les basaltes qui sont récents. Il n'existe pas non plus de différence, sous le microscope, entre les trapps de l'Écosse qui, sous le nom de diabase, forment des nappes contemporaines intercalées dans le grès houiller inférieur et ceux qu'on appelle basalte et qui, dans le même pays, présentent des tufs contenant des plantes miocènes.

M. F. Zirkel observe qu'il serait à désirer que les roches éruptives présentant une composition minéralogique identique et aussi, dans leur ensemble, la même structure, fussent désignées par le même nom. Les petites modifications, qui doivent vraisemblablement être attribuées à l'âge, pourraient alors être caractérisées par de simples adjectifs. De cette manière, dit M. Zirkel, on adopterait pour les roches éruptives le principe de nomenclature qui est suivi déjà pour les roches stratifiées. Par exemple, de même qu'on distingue du grès et du calcaire en carbonifères ou tertiaires, on aurait du basalte et de la diabase qui seraient également carbonifères ou tertiaires.

En réalité, c'est d'ailleurs ce qui a été fait pour la plupart des roches éruptives; car, le gabbro peut être carbonifère ou bien éocène, comme en Italie, ou bien miocène, comme aux Hébrides. De plus, il existe aussi des granites et des porphyres appartenant à des terrains d'âges très-différents.

ment devient assez considérable pour permettre le dépôt de matières fines, où apparaissent les premiers organismes, vraisemblablement venus du sud-ouest.

Suivant l'auteur, l'étude des faunes siluriennes et cambriennes confirmerait ces inductions.

SAINT-DAVID. — Les formations siluriennes inférieures des environs de Saint-David, dans le pays de Galles, ont été l'objet d'un nouveau travail de M. Hicks (1). L'auteur y établit les divisions suivantes :

6. *Llandeilo supérieur*. Schistes noirs avec Ogygia Buchi, Trinucleus fimbriatus.

5. *Llandeilo moyen*. Schistes calcaires avec Asaphus tyrannus, Trinucleus Lloydi, Calymene cambrensis.

4. *Llandeilo inférieur*. Série de schistes et de Trapps, avec Æglina, Ogygia, Trinucleus, et les graptolites bien connus Didymograpsus Murchisoni et Diplograptus foliaceus.

3. *Arenig supérieur*. Série de schistes d'environ 450 mètres de puissance, avec Illænus, Illænopsis, Placoparia, Barrandia.

2. *Arenig moyen*. Série de schistes de 450 mètres, avec Ogygia scutatrix, O. peltata, Ampyx Salteri.

1. *Arenig inférieur*. Schistes noirs de 300 mètres de puissance, caractérisés principalement par les graptolites dendroïdes.

Les graptolites de ces formations ont été décrits par MM. J. Hopkinson et C. Lapworth (2).

Un grand nombre d'espèces de l'étage d'Arenig établissent une liaison étroite entre cet étage et le groupe de Québec, dans le Canada. Les schistes de Skiddaw qui, jusqu'à la découverte faite en 1872 des graptolites dans l'Arenig inférieur de l'île Ramsey, étaient considérés comme les plus anciennes couches à graptolites de la Grande-Bretagne, ne peuvent être parallélisés qu'avec les assises moyennes et supérieures de l'Arenig de Saint-David.

Les graptolites dendroïdes, ou Cladophora, sont signalés pour la première fois dans le Llandeilo inférieur d'Abereiddy Bay, qui contient aussi plusieurs espèces de Rhabdophora, ou graptolites simples. L'ensemble de ces deux familles est jusqu'ici faiblement représenté dans le Llandeilo supérieur et moyen.

Ajoutons que, d'après M. Hopkinson, les derniers sondages en mer profonde ont rapporté des hydroïdes dont la structure se rapproche de celle des graptolites.

---

(1) *Geol. Society*, 2 déc. 1874. — *Revue de géologie*, X, 107; XI, 101.
(2) *Geol. Society*, 16 déc. 1874.

BANGOR. — On a beaucoup discuté sur la signification qu'il convient d'attribuer au genre fossile *Cruziana* (Bilobites) qui se rencontre dans le silurien inférieur.

M. Wilson (1) a étudié une plaque provenant de Bangor et contenant plusieurs échantillons de Cruziana semiplicata. L'auteur y reconnaît une section elliptique avec une couche externe ou corticale, enfermant une portion médullaire de couleur plus claire. Il est porté à assigner à ce fossile une origine animale et à y voir un organisme fossilisé plutôt que la trace laissée sur le sable par le passage de quelque animal.

BELGIQUE. — M. Malaise (2) a trouvé dans un schiste alunifère à Grand-Manil, des *graptolites* scalariformes dans lesquels M. Geinitz reconnaît de grandes analogies avec les Diplograptus palmeus et Monograptus nuntius.

ILLE-ET-VILAINE. — Le terrain silurien d'Ille-et-Vilaine comprend, d'après M. Delage (3), à la base, les grès à bilobites, déjà indiqués par M. Rouault à Janson et reconnus depuis à Gosné, à La Ménardais, à Princé, à Saint-Aubin-du-Cormier et à la Haute-Sève; ensuite les schistes ardoisiers de l'Islet, de la Saudrais, de la Veuvre, avec Calymene Arago, Dalmanites socialis, Trinucleus Pongerardi, T. concentricus. M. Delage y signale plusieurs bandes de grès. Enfin au sommet on observe les schistes à graptolites et à Orthis.

CARINTHIE. — Les *schistes à graptolites* découverts par M. Stache en Carinthie (4), à la montagne d'Osternig, correspondent, par leurs fossiles, aux schistes de Coniston, dans le Cumberland (5). On avait cru jusqu'ici que les schistes de Casanna, auprès desquels les couches à graptolites ont été rencontrées, appartenaient au terrain carbonifère. Mais M. Stache (6) les croit plus anciens. Le silurien supérieur est représenté dans le district par ses fossiles et d'autres schistes sont peut-être dévoniens. Les schistes cristallins du Gailthal sont inférieurs à la grauwacke ancienne, qui les recouvre en discordance.

---

(1) *Geol. Society*, 14 avril 1875.
(2) *Neues Jahrbuch*, 1874, 886.
(3) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 371.
(4) *Revue de géologie*, XI, 104.
(5) *Revue de géologie*, VIII, 86.
(6) *Jahrb. d. k. k. g. R.*, 1873, 175.

ALPES ORIENTALES. — D'après M. Stache (1), le terrain silurien des Alpes orientales comprend trois étages :

Silurien supérieur; formation calcaire avec gîtes métallifères, en partie fossilifère et représentant les étages F et G de M. Barrande.

Silurien moyen (Étage E); schistes argileux finement terreux, noirs et pyriteux, avec Cardiola interrupta, dans les Alpes du nord; dans celles du sud, schistes siliceux noirs avec Graptolites triangulatus.

Silurien inférieur (grauwacke violette de Lipold); jusqu'ici sans fossiles; bien développé dans toute la chaîne.

CANADA. — *Formation de Guelph.* — La formation dite du Niagara, composée de schistes et de calcaires, et admise comme l'équivalent du groupe de Wenlock, est couronnée, aux environs de la ville de Guelph, par un groupe de couches ayant le caractère de dolomies ou de calcaires magnésiens et contenant une faune assez spéciale pour que les géologues canadiens en aient fait un étage à part sous le nom de *Guelph formation*. Cet étage paraît former des lentilles plutôt que des assises continues. On le retrouve à Cedarville, dans l'Ohio, à Leclaire, dans l'Iowa, ainsi que dans l'Illinois et le Wisconsin.

La faune comprend, d'après M. Alleyne Nicholson (2), deux espèces de Stromatopora, un petit nombre de polypiers appartenant aux genres Favosites, Amplexus, Cyathophyllum, quelques crinoïdes. Mais ce qui abonde surtout, ce sont les mollusques. Parmi les brachiopodes, on remarque les Trimerella grandis, T. acuminata, Monomerella prisca, Dinobolus Galtensis, Pentamerus occidentalis, P. oblongus, P. ventricosus. Les lamellibranches sont surtout représentés par les Megalomus canadensis et M. compressus. Enfin, parmi les gastéropodes, trois genres sont surtout abondants : Murchisonia, Pleurotomaria, Holopea.

Les crustacés font défaut dans la formation de Guelph au Canada; mais, dans le Wisconsin, on trouve les Calymene Blumenbachi, Illœnus Barriensis, Ceraurus insignis et Sphærexochus mirus.

RENSSELÆR. — M. Ford (3) a signalé la découverte, dans le comté de Rensselær, d'un nouveau gisement de fossiles appartenant à la *faune primordiale* (4). La roche encaissante est un calcaire

(1) *Jahrb. d. k. k. g. R.*, XXIV, 2.
(2) *Geol. Mag.*, 1875, 343.
(3) *Americ. Journ.* [3], IX, 204.
(4) *Revue de géologie*, IX, 105.

d'apparence bréchiforme subordonné à une série de grès et de schistes noirs. On y a trouvé les Conocephalites trilineatus, Hyolithes Americanus, Obolella nitida. Ces espèces caractérisent aussi le grès inférieur de Potsdam à Troy.

TERRAIN DÉVONIEN.

Ille-et-Vilaine. — M. Delage (1) a étudié le terrain dévonien d'Ille-et-Vilaine. Il distingue de haut en bas :

5° Grès supérieurs;
4° Schistes supérieurs;
3° Calcaire;
2° Schistes et grauwacke;
1° Grès inférieurs.

L'assise n° 1 contient des Grammysia, Homalonotus, Orthis, Bellerophon et des Orthocères. On les observe à Saint-Aubin-d'Aubigné, à Saint-Germain-sur-Ille, etc.

Les schistes et grauwackes renferment le Pleurodyctium problematicum, avec des Spirifer, Chonetes, Homalonotus.

Dans le calcaire développé à Gahard, on trouve la faune bien connue de cette localité, avec Homalonotus Gervillei, H. Forbesi, Dalmanites calliteles, Orthoceras striatum, etc.

Enfin, les schistes et grès supérieurs sont fossilifères à Bourgon, où ils supportent le calcaire carbonifère.

Le travail de M. Delage est accompagné d'une carte géologique et de plusieurs coupes.

Bassin franco-belge. — M. Gosselet (2) a constaté que les calcaires de Philippeville, ceux de Rance, d'Hestrud, de Beaumont et de Ferrières-la-Grande, considérés jusqu'ici comme une dépendance du calcaire eifélien ou dévonien moyen, appartiennent à l'étage des calcaires de Frasne (3) ou dévonien supérieur à Spirifer Verneuili. Seulement, à mesure que l'on se rapproche du bord septentrional du bassin d'Avesnes, le caractère des calcaires se modifie : de rouges qu'ils étaient, ils deviennent bleus ; au lieu de former des lentilles, ils se présentent en bancs continus. Leur faune se modifie également en perdant les espèces carastéristiques de Frasne, telles que Rhynchonella cuboïdes, Spirifer euryglossus, etc.

---

(1) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 375.
(2) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 356.
(3) *Revue de géologie*, XII, 115.

M. Gosselet pense que les calcaires de Ferques, dans le Boulonnais et ceux de Rhisnes, près de Namur, appartiennent au même horizon.

MM. Cornet et Briart (1) ont signalé la présence du calcaire de Couvin ou étage des schistes à calcéoles dans la vallée de l'Hogneau, à peu de distance du rocher dit le *Caillou-qui-bique*. Ils reposent sur les schistes et poudingues du dévonien inférieur et contiennent les Calceola sandalina, Atrypa reticularis, Athyris concentrica, Orthis striatula, etc., avec un Phacops et un Euomphalus.

Cette conclusion ne doit pas s'appliquer, d'après M. Ladrière (2), aux carrières d'Autreppe, situées dans le bois d'Angre et qui contiennent les Strigocephalus Burtini, Spirifer undatus, S. subcuspidatus, Spirigera concentrica. Le calcaire de cette zone appartient donc au dévonien moyen. Il est recouvert par des calcaires à Bellerophon lineatus et à Strigocephalus, couronnés par les schistes de Famenne.

Condros. — M. Mourlon (3) a donné une description géologique et paléontologique détaillée de l'étage des psammites du Condros. L'auteur évalue la puissance totale de l'étage à 600 mètres et le subdivise en quatre assises qui sont de haut en bas :

4° Psammites et macigno d'Évieux (200 mètres) à végétaux, Psilophyton Condrusorum, Sphenopteris flaccida, Palæopteris hibernica, Triphyllopteris elegans;

3° Psammites à pavés de Montfort (150 mètres) avec Cucullæa Hardingi et traces de végétaux paraissant appartenir à des calamites. On y trouve aussi les Spirifer disjunctus, Rhynchonella pleurodon, R. pugnus ;

2° Macigno noduleux de Souverain-Pré (100 mètres) avec Spirifer disjunctus, Rhynchonella pleurodon, Atrypa flabellata ;

1° Psammites d'Esneux à crinoïdes (150 mètres), avec Poteriocrinus.

— Jusqu'à présent, on connaissait seulement trois plantes fossiles dans le psammite du Condros ; Palœopteris hibernica, Chondrites antiquus Gö. Chondrites confertus Coem. ; mais M. Fr. Crépin (4) y a observé des calamites, ainsi que des espèces nouvelles : Psilophyton Condrusorum, Sphœnopteris flaccida, Palœopteris Hibernica Sch., et Triphyllopteris elegans Sch.

Sibérie. — M. Nesterowsky (5) a étudié la formation dévo-

(1) *Soc. géol. de Belgique*. Mém. I, 8.
(2) *Soc. géol. du Nord*, II, 74.
(3) *Bull. Acad. roy. de Belgique*, 2e série, XXXIX, n° 5.
(4) *Acad. roy. de Belgique*, 1874 : [2], XXXVIII.
(5) *Soc. géol. de Belgique*. Mém. II, 12.

nienne dans la chaîne de Salaïr (Gouvernement de Tomsk). Cette formation est représentée par un calcaire à Calceola sandalina, Aulopora repens, Favosites Goldfussi, Pentamerus galeatus, Spirigerina reticularis, Orthis striatula, etc., et par des schistes argileux avec Conularia et Phacops latifrons.

Bassin du Mac'Kenzie. — M. Hébert (1) a reconnu, dans les fossiles rapportés par le Père Petitot du bassin du Mac'Kenzie, les Favosites reticulata, Cyathophyllum vermiculare, C. Rœmeri, Spirifer Rousseau, Atrypa, Orthisina umbraculum, Bellerophon. Ces fossiles indiquent l'étage dévonien, caractérisé par des espèces identiques avec celles du dévonien anglo-français.

TERRAIN CARBONIFÈRE.

Staffordshire. — *Terrain houiller supérieur.* — On avait cru longtemps, sur la foi de hautes autorités scientifiques, que le bassin houiller du Staffordshire méridional était limité vers l'est par une sorte de barrière passant par West Bromwich, et qu'il n'y avait aucune chance de rencontrer de la houille au delà sous les couches permiennes. Cependant la Compagnie de Sandwell Park, sous la direction de M. Henry Johnson, n'a pas craint de s'aventurer dans ces régions et sa hardiesse a été récompensée par un plein succès : d'après M. Ketley (2), le sondage de Sandwell a rencontré, à 100 mètres de profondeur, des schistes rouges avec nombreuses plantes fossiles qu'on a d'abord rapportées au permien. A 200 mètres on trouvait un lit de houille reposant sur une argile à Stigmaria qui contenait plusieurs espèces identiques avec celles des schistes rouges. M. Ketley en conclut que ces derniers avaient été classés à tort dans le permien et qu'il y faut voir du terrain houiller. Il nous semble que c'est seulement un fait de plus à ajouter à tous ceux qui établissent l'intime liaison du terrain houiller supérieur avec la formation permienne (3). Ce qui confirme cette conclusion, c'est que les couches de houille découvertes à Sandwell sont inconnues jusqu'ici dans le terrain houiller proprement dit, et que, en les attribuant à cet étage, on serait conduit à lui donner une épaisseur supérieure à celle qui a été reconnue dans tout le reste du Staffordshire.

(1) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 87.
(2) *Geol. Mag.*, 1875, 193.
(3) *Revue de géologie*, X, 113.

YORKSHIRE. — *Troncs de sigillaires en place.* — M. H. C. Sorby (1) a décrit un gisement du Yorskhire méridional où le grès houiller contient une dizaine de troncs de sigillaires dans leur position naturelle avec leurs racines adhérentes, en forme de stigmaria. Ces arbres ont crû sur un sol aujourd'hui formé par un schiste argilo-terreux. Les plus petits ont quatre racines, les plus grands en ont huit. L'auteur, en discutant la position de ces racines par analogie avec ce qui se passe pour les végétaux actuels, en conclut qu'à l'époque houillère le vent dominant de la région était le vent d'ouest.

ANGLETERRE. — *Polypiers carbonifères.* — M. J. Thomson (2) a décrit quelques polypiers nouveaux du calcaire carbonifère, appartenant au genre Rodophyllum. Ces polypiers proviennent d'une couche qu'on peut suivre dans toute la formation carbonifère d'Angleterre et qui est, par excellence, le gisement des coraux simples.

BASSIN ANGLO-FRANÇAIS. — M. Gosselet (3) pense que le terrain houiller peut exister entre Fléchinelle et Hardinghen et passer ensuite sous le Pas-de-Calais pour se relier avec les couches houillères de Bristol et du pays de Galles. Contrairement à l'opinion de MM. Prestwich et Godwin-Austen, l'auteur croit que la partie souterraine du terrain houiller, en Angleterre, doit être recherchée, non pas au nord de Londres, mais au sud, dans le Kent, le Sussex et le Hampshire. Il rappelle que MM. Briart et Cornet ont signalé l'analogie des houilles de Bristol avec celles de la Belgique.

BASSIN DU NORD ET DU PAS-DE-CALAIS. — M. Potier (4) pense que le terrain houiller du Nord, au lieu d'être absolument concordant avec le calcaire carbonifère, est en stratification transgressive relativement à ce dernier. Remarquant que l'accumulation de plusieurs couches de houille sur un même espace suppose un affaissement correspondant du sol, il ne croit pas qu'un tel mouvement puisse s'accomplir avec une régularité absolue : de là ces phénomènes tels que la réunion de deux couches de houille en une seule. Le calcaire a été rencontré tout près de la houille à Haisnes

(1) *Geol. Society*, 28 avril 1875.
(2) *Geol. Mag.*, 1874, 556.
(3) *Soc. industrielle du Nord de la France*, n° 6, 1874.
(4) *Assoc. française*. Lille, 1874, 378.

et à Meurchin; mais, plus à l'est, il s'intercale entre ces deux formations des grès stériles et du côté de Mons, elles sont séparées par une épaisseur assez considérable de schistes à possidonies. Il semble donc qu'il y ait eu un envahissement successif du bassin, vers l'ouest, par les eaux qui ont déposé les grès et les schistes houillers et, en même temps, une diminution dans le nombre des couches de houille que l'on peut espérer rencontrer.

Bassin de Valenciennes.—M. Gosselet(1), en s'appuyant sur les travaux de MM. Fuchs et Olry relativement à la reprise des concessions de Marly et de Crespin, a présenté quelques considérations sur l'allure des terrains houillers au sud du bassin de Valenciennes. L'auteur persiste plus que jamais à penser, contrairement à M. Dormoy, que le terrain houiller existe sous la ville de Valenciennes. Puis, interprétant divers sondages, il en déduit une coupe du bord méridional du bassin avant ses dislocations. D'après cette coupe, les assises carbonifères se seraient déposées presque à angle droit sur la tranche des couches siluriennes et dévoniennes. Depuis, il y a eu de nombreux renversements, par suite desquels la série dévonienne est venue, en divers points, recouvrir le terrain houiller suivant des plans de rupture très-peu inclinés à l'horizon. En certains cas, comme à Quiévrechain, il en résulte une structure des plus compliquées.

Bassin de Mons. — *Couches marines dans le terrain houiller.* — MM. Cornet et Briart(2) ont signalé des plaquettes de calcaire à crinoïdes, semblables au *petit granite* des Ecaussines, intercalées dans des schistes et grès du terrain houiller à Baudour, dans le bassin de Mons. Outre les crinoïdes, on trouve dans le calcaire des brachiopodes, parmi lesquels Productus carbonarius et Chonetes Laguesseana. Ces espèces caractérisent le second niveau de fossiles marins du terrain houiller belge, le premier étant formé par les schistes à possidonies.

Bassin de Namur. — *Nummulite carbonifère.* — M. Brady a découvert, dans des fragments de calcaire carbonifère de Namur qui lui avaient été communiqués par M. Vanden Broeck (3), un fossile microscopique appartenant au genre nummulite, qu'il a

(1) *Soc. géol. du Nord*, II, 113.
(2) *Soc. géol. de Belgique*. Mém. II, 52.
(3) *Soc. géol. de Belgique*. Mém. I, 16.

décrit sous le nom de Nummulina pristina. Il est remarquable que la forme la plus voisine de cette espèce est l'une des dernières nummulites, la N. variolaria du grès de Beauchamp.

Forez. — M. Julien (1) a découvert dans la vallée du Sichon (Forez), à l'Ardoisière, une faune carbonifère contenue dans des calcaires qui font système avec des poudingues et des schistes. M. de Koninck (2) y a déterminé 79 espèces, parmi lesquelles Phillipsia globiceps, Nautilus sulcatus, Aviculopecten subfimbriatus, Conocardium minax, Euomphalus helicoides, E. acutus, Spirifer lineatus, S. glaber, S. crassus, S. octoplicatus, Productus giganteus, P. cora, P. semireticulatus, P. scabriculus, Chonetes papilionacea, etc. C'est la faune du calcaire carbonifère de Visé et de Bleiberg.

Ainsi, l'émersion du plateau central de la France serait postérieure à l'époque carbonifère.

Puertollano. — M. de Reydellet (3) a signalé la découverte à Puertollano, dans la province de Ciudad-Real, en Espagne, d'un bassin houiller déposé en couches très-peu inclinées dans une dépression du terrain silurien. Les végétaux de ce terrain, étudiés par MM. Zeiller et Grand'Eury, sont les Walchia piniformis, Calamites Suckowi, C. Cisti, Pecopteris dentata, P. pteroïdes, P. arborescens, Goniopteris elegans, Sphenophyllum fimbriatum, Asterophyllites grandis. Cette faune indique le terrain houiller tout à fait supérieur.

Bassin du Don. — D'après M. Ludwig (4), la formation carbonifère, dans le pays des Cosaques du Don, comprend les étages suivants :

4. Étage à fusulines. Schistes bigarrés, grès et calcaires, formant le passage au dyas ou permien et concordant avec le dyas de Bachmut, décrit par Murchison.

3. Assise houillère. — Schistes et grés avec beaucoup de veines de houille et peu de lits calcaires.

2. Assise ferrifère. — Grès et schistes avec minerai de fer.

1. Assise calcaire, avec Productus giganteus et Spirifer glaber, reposant sur un grès et un conglomérat à plantes fossiles, formation lacustre qui correspond au terrain houiller de la Russie centrale.

---

(1) *Comptes rendus*, LXXVIII, 74.
(2) *Soc. géol. de Belgique*. Mém. I, 2.
(3) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 160.
(4) *Die Steinkohlenform. im Lande der Don'schen Kosaken*. Moscou, 1874. — *Neues Jahrb.*, 1874, 978.

SILÉSIE.— *Calcaire carbonifère.*— M. Feistmantel (1) a étudié le calcaire carbonifère de Rothwaltersdorf, dans le comté de Glatz. On trouve dans ce gisement une association de restes fossiles qui, dans d'autres localités, comme à Landshut et à Silberberg, n'ont pas l'habitude de se rencontrer ensemble.

Les sigillaires font défaut, comme cela arrive, du reste, dans toutes les couches de l'âge du Culm. Plusieurs plantes nouvelles y ont été découvertes, appartenant aux genres Sphærococcites, Asterophyllites, Sphenopteris, Hymenophyllites.

SIBÉRIE. — M. Nesterowsky (2) a étudié le terrain carbonifère de la chaîne de Salaïr, aux environs de Batschat. Le calcaire carbonifère, avec silex, contient les Productus semireticulatus, Spirifer striatus, Spirifer mosquensis. M. de Moeller le rapporte à l'étage inférieur de la formation. Un grès à Streptorhynchus crenistria et un conglomérat sont associés au calcaire.

Le terrain houiller présente un développement énorme, connu sous le nom de bassin de Kousnetzk. On y observe des grès avec Noeggerathia, Sphenopteris, Araucarites, des schistes argileux avec Équisetites, Calamites, Tæniopteris, Cyclopteris, Trigonocarpus, et sept couches principales de houille.

CANADA.— *Carbonifère inférieur.*— M. Dawson (3) a décrit les plantes fossiles du terrain carbonifère inférieur du Canada. Ce terrain comprend, au-dessous du système houiller proprement dit (coal-measures) :

1° Le groupe du Millstone-grit, formé de grès et de schistes, souvent colorés en rouge, et de conglomérats avec plantes, parmi lesquelles les troncs de Dadoxylon Acadianum sont fréquents;

2° Le groupe de Windsor, ou calcaire carbonifère inférieur, avec Productus cora, P. semireticulatus, Athyris subtilita, Terebratula sufflata. Cette formation contient des couches de gypse;

3° Le groupe de Horton-Bluff, formé de grès et de schistes, quelquefois très-bitumineux et contenant de minces couches de houille. Les fossiles caractéristiques sont : Lepidodendron corrugatum, Cyclopteris Acadica, Dadoxylon antiquius. On y trouve par places de nombreux débris de poissons, des entomostracés, comme Leaia Leidyi, Leperditia subrecta, Beyrichia colliculus.

INDIANA.—*Fossiles marins dans le terrain houiller.*—M. Cox (4)

(1) *Zeit. d. d. g. G.*, XXV, 463.
(2) *Soc. géol. de Belgique.* Mém. II, 12.
(3) *Geol. Survey of Canada.* Montréal, 1873.
(4) *Neues Jahrbuch,* 1875, 322.

a signalé, dans le terrain houiller de l'Indiana, la présence de nombreux fossiles marins intercalés entre les couches de houille : les principaux sont les Spirifer cameratus, Productus semireticulatus, Athyris subtilita, Chonetes mesoloba, Bellerophon carbonarius. Les végétaux de la houille appartiennent aux espèces suivantes : Sigillaria reniformis, Pecopteris arborescens, Sphenophyllum Schlotheimi, Neuropteris hirsuta, N. Loshi.

Diatomées dans le terrain houiller. — On croyait généralement que les diatomées étaient d'origine géologique assez récente. M. Castracane (1), se fondant sur ce que les plantes favorisent la respiration animale en décomposant l'acide carbonique pour mettre l'oxygène en liberté, a conclu par induction que l'apparition des diatomées devait remonter à celle des premiers animaux aquatiques. Il a trouvé en effet des diatomées dans les cendres de la houille d'Angleterre et a pu les reconnaître dans un échantillon de charbon de terre provenant de Liverpool. Il a obtenu le même succès avec la houille de Saint-Étienne, celle de Newcastle et le Cannel-coal d'Écosse. Les diatomées de la houille sont des genres d'eau douce associés à quelques genres marins; ils ne présentent pas de différence appréciable avec les genres actuellement vivants.

Limite entre le terrain houiller et le terrain permien.

SPITZBERG. — D'après M. A. G. von Marschall (2), la dernière expédition allemande au Spitzberg a recueilli à Bell-Sound, sur la côte du sud-ouest, les fossiles suivants : Spirifer Wilczeki, S. striatus, S. lineatus, Productus Weyprechti, P. undatus, P. longispinus, P. Cancrini, Strophalosia Leplayi, Chonetes Verneuili, C. granulifera. Parmi ces espèces, quelques-unes sont caractéristiques du carbonifère, d'autres appartiennent au permien. Le Productus longispinus et le P. Cancrini, entre autres, ont été rencontrés ensemble dans le même fragment de roche. Il y aurait donc là, comme dans bien d'autres contrées, un passage graduel du carbonifère au permien.

CARINTHIE. — On sait que M. Stache (3) a découvert en Carinthie, près de Pontafel, la formation carbonifère supérieure bien

(1) *Atti dell Accad. dei nuovi Lincei.* Rome, 22 fév. 1874.
(2) *Verhandl. der k. k. Akad. d. Wissench.* Vienne, 1874.
(3) *Revue de géologie,* XI, 109. — *Jahrb. d. k. k. g. R.,* XXIV, 2.

caractérisée par un calcaire à fusulines. Dans cette région, comme dans tant d'autres, la liaison est intime entre le carbonifère supérieur et le permien. Le passage se fait par des schistes marneux, des grès et des conglomérats, entre lesquels vient s'intercaler une couche de calcaire noir avec Fusulina carinthiaca, F. Tietzei, F. robusta. Plus haut apparaît, avec des fusulines allongées, l'Orthoceras cribrosum, caractéristique du permien du Nebraska; puis viennent les couches à Gyroporella.

Entre Kappel et Vellach, le caractère mixte de la faune est indiqué par les formes permiennes, Pecten Hawni et Chonetes glabra, contenues dans les schistes marneux intercalés entre les grès et conglomérats à Fusulina Suessi, d'une part, et les couches à Fusulina globosa, d'autre part.

Spitzberg. — M. Toula (1) a étudié les fossiles permo-carbonifères rapportés du Spitzberg par M. von Drasche. Ces fossiles proviennent de la côte occidentale de l'île, et spécialement du Belsund, du cap Staratschin et de Skansbay. On les trouve dans un calcaire gris, siliceux, avec lits de silex noirs, superposé au calcaire carbonifère et couronné par un grès triasique. Sur 64 espèces décrites par M. Toula, 38 sont carbonifères et 17 permiennes; c'est à peu près la même proportion que pour le permo-carbonifère du Nebraska (1). Plusieurs formes sont nouvelles : parmi celles qui sont déjà décrites, on peut citer Stenopora ramosa, Chonetes papilionacea, C. Verneuili, Productus horridus, P. Cancrini, P. longispinus, P. semireticulatus, Strophalosia Leplayi, Streptorhynchus crenistria, Orthis resupinata, Spirifer lineatus, S. striatus, Aviculopecten Bouei, A. dissimilis, Gervillia antiqua, Pleurotomaria Verneuili, Euomphalus, etc.

M. Albert Gaudry (2) a décrit, sous le nom de Protriton Petrolei, un petit *batracien* découvert dans les schistes bitumineux du bassin d'Autun. C'est la première apparition constatée de cette classe de vertébrés dans les terrains paléozoïques.

Lodève. — M. de Saporta (3) a signalé, dans le permien de Lodève, deux types nouveaux de conifères, très-curieux l'un et l'autre, et se rapprochant assez d'une espèce isolée de la nature actuelle, le Gingko biloba.

---

(1) *Neues Jahrbuch*, 1875, 225.
(2) *Bull. Soc. géol.* [3], III. 299.
(3) *Comptes rendus*, LXXX, 1017.

SAXE. — M. Eug. Geinitz (1) a continué ses recherches sur la faune et la flore des schistes du permien ou dyas inférieur de Weissig près de Pillnitz (2). On y trouve de nombreux poissons appartenant aux Acanthodes gracilis et Palœoniscus angustus, associés aux Uronectes fimbriatus et Estheria tenella. Les insectes sont relativement abondants ; ce sont des Blattina, formant quatre espèces. La formation a 60 mètres environ d'épaisseur et les poissons se rencontrent surtout vers sa base. Il ne paraît cependant pas possible d'y établir des zones paléontologiques et les plantes y existent dans toute la hauteur.

TERRAINS MÉSOZOIQUES.

Limite entre le terrain permien et le trias.

On enseigne en général que le permien d'Angleterre est recouvert en discordance par le trias et que, tandis que ce dernier terrain appartient par ses caractères au groupe mésozoïque, l'autre est plus convenablement rangé dans la série paléozoïque.

Cependant il y a de grandes analogies entre le trias et le permien, sous le rapport de l'abondance des roches rouges, grès, conglomérats ou argiles. Ces analogies avaient conduit Conybeare à réunir les deux étages en un seul groupe nommé *poikilitique* et cette solution, adoptée par de la Bèche, a été reprise dans le dernier ouvrage de J. Phillips. Ajoutons d'ailleurs que les mêmes idées ont aussi été developpées par M. Jules Marçou qui, dans sa carte géologique de la terre, réunit sous une même couleur le permien (Dyas) et le trias.

M. Horace Woodward (3) s'est demandé si la discordance de stratification, signalée entre le trias et le permien, devait être considérée comme sérieuse. Il est arrivé à cette conclusion que

(1) *Neues Jahrbuch*, 1875, 1.
(2) *Revue de géologie*, XI, 113.
(3) *Geol. Mag.*, 1874, 385.

les faits de discordance allégués par les auteurs sont des phénomènes tout à fait locaux et du même ordre que les irrégularités qu'on peut bien souvent reconnaître entre deux couches consécutives, soit du permien, soit du trias. De tels accidents de superposition trouvent leur explication dans le caractère particulier des sédiments, formés pour la plupart dans des lacs. En résumé, il n'y a rien qui indique une ligne de séparation importante entre les deux étages, et il faut s'habituer de plus en plus à l'idée que la série secondaire a succédé, dans la plupart des cas, sans interruption à la série primaire.

TERRAIN TRIASIQUE.

WARWICK. — *Labyrinthodontes du Keuper.* — M. Miall (1) a étudié les restes de Labyrinthodontes provenant du grès Keupérien de Warwick et conservés au musée de cette ville. Il reconnaît comme espèces distinctes, les Mastodonsaurus Jœgeri, M. pachygnathus, etc. Labyrinthodon leptognathus, auxquelles il ajoute une espèce nouvelle, le Diadetognathus varvicensis.

DAWLISH. — *Couches à Murchisonite.* — M. Osmérode (2) a étudié le trias de l'embouchure de l'Exe, et spécialement les couches à Murchisonite de ce district. La murchisonite s'y rencontre sous formes de traces dans un grès rouge tendre, et en grande abondance dans un conglomérat bien développé à Dawlish. Ces deux assises sont assez constantes pour que l'auteur les considère comme établissant une division bien marquée dans l'étage du grès bigarré.

SOMERSET, DEVON. — M. Ussher (3) a fait une étude complète du bassin triasique situé entre la côte occidentale du Somerset et la côte méridionale du Devon. L'auteur y distingue, de haut en bas, les assises suivantes :

1° Marnes irisées supérieures (300 mètres), calcaires en haut, argileuses en bas, avec veines de gypse par places et quelques pseudomorphoses de sel gemme;

2° Grès supérieurs (140 mètres), rouges et gris, avec nodules calcaires et veines ou poches d'argile rouge. A leur jonction avec les marnes supérieures, on y observe des lentilles de marne sableuse. A 15 mètres au-dessus de leur base, se trouve le conglomérat d'Otterton-Point, où M. Whitaker a découvert l'Hyperodapedon;

(1) *Geol. Society*, 13 mai 1874.
(2) *Geol. Society*, 24 février 1875.
(3) *Geol. Mag.*, 1865, 163.

3° Lits de galets et conglomérats (25 mètres), les premiers formés de gros galets ellipsoïdaux de quartzite avec couches discontinues de sable, dans une pâte de sable rouge, les seconds constitués par des galets et des fragments subanguleux de calcaire, de grès et de quartz, dans une pâte sableuse;

4° Marnes irisées inférieures (140 mètres), faiblement calcaires, devenant argileuses vers leur base et contenant alors des lentilles de grès.

5° Grès inférieurs et Brèches (300 mètres). Les grès sont rouges, les brèches formées de fragments anguleux de grès et de quartz, ou de galets et de morceaux de schiste. Cette assise est la plus variable et elle manque souvent, soit qu'elle ait été enlevée par des failles, soit que les assises supérieures l'aient débordée.

Du reste, tout ce district est parcouru par de nombreuses dislocations.

THÉZANEL. — *Gypse.* — M. Collot (1) a constaté la présence du quartz, en cristaux bipyramidés, dans le gypse subordonné aux marnes irisées de Thézanel, près de Béziers. Ce quartz qui, comme on sait, est fréquent dans le gypse triasique de France et d'Espagne, se retrouve à Thézanel dans les calcaires marneux et les cargneules qui surmontent le gypse. M. Collot y voit un argument en faveur de l'origine geysérienne de cette substance.

WÜRZBURG. — *Couches à Halobia.* — M. F. Sandberger (2) a signalé la découverte de l'Halobia Lommeli dans le muschelkalk de Würzburg, dans les couches à Pecten discites et Pecten reticulatus. Ainsi se trouve justifié le parallélisme que l'auteur avait établi entre le muschelkalk supérieur et les couches de Partnach à Halobia.

THÜRINGE. — *Lettenkohle.* — M. E. Schmid (3) a étudié le Keuper inférieur dans la partie orientale de la Thüringe; cet étage, souvent désigné sous le nom de groupe du Lettenkohle, ne contient que des combustibles terreux, à peu près sans valeur. Son assise la plus constante est la dolomie-limite à Myophoria Goldfussi.

Les fossiles recueillis sont nombreux; en fait de plantes, on peut citer les Araucaroxylon Thuringiacum, Widdringtonensis Keuperianus, Dixonites pennæformis, six espèces de Zamites et douze de Cycadites, Alethopteris Meriani, Tæniopteris angustifolia, Equisetites arenaceus, etc. Parmi les vertébrés figurent les Nothosaurus Cuvieri, Mastodonsaurus Jægeri, Saurichthys acuminatus, Hybodus plicatilis, Gyrolepis tenuistriatus, etc. Enfin la liste des mollusques comprend Natica Gaillardoti, Lucina dona-

(1) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 389.
(2) *Neues Jahrbuch*, 1875, 518.
(3) *Geol. Specialkarte von Preussen*, 1874. — *Neues Jahrbuch*, 1875, 207.

cina, Myoconcha gastrochæna, Myophoria Goldfussi, M. elegans, M. lævigata, M. vulgaris, Gervillia socialis, Lima striata, Pecten discites, Lingula tenuissima, etc.

Tyrol. — *Couches à Cardita.* — M. Pichler (1) a soutenu contre M. de Mojsisovics l'existence d'une assise inférieure à Cardita, séparée de l'assise supérieure par le calcaire du Wetterstein. Les couches supérieures à Cardita, ou couches de Raibl, sont caractérisées par les Halobia rugosa, Megalodon complanatus, Ammonites Haidingeri, et une Cardita autrefois considérée comme Cardita crenata, mais dont M. Pichler fait aujourd'hui la C. Gümbeli.

Au-dessous vient le calcaire du Wetterstein, ou assise à Chemnitzia Rosthorni, avec Halobia Lommeli, H. obliqua, Terebratula angusta. Enfin, en descendant encore, on trouve, après des calcaires bariolés à Halobia, les couches inférieures à Cardita, ou Lettenkeuper de Gümbel, contenant aussi l'Halobia rugosa; mais le Megalodon n'y a pas encore été rencontré.

M. Gümbel (2) partage l'opinion de M. Pichler sur l'indépendance des couches inférieures à Cardita : il indique, dans cet horizon, les Gervillia Johannis Austriæ, Cassianella tenuistriata, Myophoria lineata, Pecten filosus, P. subdemissus, Dentalium arctum, Bactryllium canaliculatum.

Alpes orientales. — M. de Mojsisovics (3) reconnaît l'existence de plusieurs provinces zoologiques dans le bassin triasique des Alpes orientales. Ces provinces se manifestent surtout pour l'étage norique (4). L'une d'elles comprend le district du Salzkammergut, et est désignée sous le nom de province *juvavique* (du nom latin de la ville de Salzbourg). L'autre est la province *méditerranéenne*, qui embrasse la plus grande partie du trias alpin. Dans cette dernière dominent des sédiments calcaires fins, riches en argile, contenant une faune qui indique une mer largement ouverte. Dans la première apparaissent des dépôts calcaires ou dolomitiques dépourvus d'argile, ne renfermant que quelques intercalations de couches argileuses vers la limite des deux provinces, et offrant, sous beaucoup de rapports, le caractère de récifs coralliens. Avec l'époque carnique, et spécialement à la fin,

(1) *Neues Jahrbuch*, 1875, 265.
(2) *Sitzb. d. Acad. der Wiss.*, 1874, 2.
(3) *Jahrb. d. k. k. g. R.*, 1874, XXIV, 81.
(4) *Revue de géologie*, X, 116.

lors du dépôt des couches de Raibl, sont intervenues des conditions beaucoup plus uniformes. En considérant que les genres Ægoceras et Amaltheus ont disparu des Alpes après le muschelkalk pour y revenir lors de l'époque rhétienne, l'auteur en conclut qu'ils ont dû se perpétuer pendant cet intervalle dans une province triasique étrangère à l'Europe.

La classification des couches dans les deux provinces est exprimée par le tableau suivant :

ÉTAGES.	PROVINCE MÉDITERRANÉENNE.	PROVINCE JUVAVIQUE.
Étage rhétien. .	Couches de Kössen.	Couches de Kössen.
Étage carnique	Dolomie principale et calcaire du Dachstein. Couches de Raibl (à Cardita). Zone du Trachyceras Aonoïdes. Zone de Saint-Cassian.	Calcaire du Dachstein. Couches à Cardita. Zone du Trachyceras Aonoïdes. Zone du Bucephalus subbullatus.
Étage norique.	Couches de Wengen. Zone à Daonella (Halobia) Lommeli et Trachyceras Archelaus. Horizon du Trachyceras Reitzi. Calcaire de Buchenstein.	Calcaire inférieur de Hallstatt. Couches de Ziambach.
Muschelkalk. .	Muschelkalk supérieur; zone de l'Arcestes Studeri. Muschelkalk inférieur; zone du Trachyceras balatonicum.	Zone de l'Arcestes Studeri. Manque.
Grès bigarré. .	Röth, Couches de Werfen. Grès de Gröden.	Röth. Couches de Werfen à Trachyceras cassianum.

Quant à ce qui concerne le parallélisme du trias alpin avec celui de l'Europe centrale, M. de Mojsisovics pense qu'il est très-difficile à établir d'une manière positive. Pour lui, le Wellenkalk dans son ensemble constitue un seul étage paléontologique; le muschelkalk en forme un autre, uni au premier sous bien des rapports. Toutes les subdivisions établies dans ces deux étages ne peuvent avoir qu'une valeur locale. On s'est quelquefois appuyé sur la présence de la Daonella Moussoni dans le muschelkalk de Cobourg pour y voir un équivalent des couches à Halobia (Daonella Moussoni) des Alpes. M. de Mojsisovics (1) a établi, dans un travail spécial sur les genres Daonella et Halobia, que l'espèce alpine Daonella Moussoni diffère essentiellement de celle de Cobourg, qu'il nomme D. Bergeri.

(1) *Abhandlungen d. k. k. g. R.*, VII, n° 2.

L'incertitude devient plus grande encore lorsqu'il s'agit du trias supérieur. M. Guembel avait rangé le grès de Lunz à la hauteur du Lettenkohle, avec lequel il a quelques espèces végétales communes. Mais ce grès fait partie de l'étage des couches à Cardita dont il n'est qu'un facies local et, en songeant à la place élevée que ces couches occupent dans le trias alpin, tandis que le groupe du Lettenkohle se relie aussi bien au muschelkalk qu'au Keuper, M. de Mojsisovics ne peut admettre cette assimilation et il conclut, avec M. Emmrich, qu'une chronologie exacte et générale du trias restera toujours à l'état de vœu.

NOUVEAU-MEXIQUE. — Le trias du Nouveau-Mexique offre, suivant M. Cope (1), un facies d'eau douce bien caractérisé. On y trouve des restes de poissons et de reptiles. Les premiers sont des ganoïdes à écailles rhomboïdales qu'on rencontre fréquemment dans les coprolites des reptiles. Ces derniers sont représentés par les trois ordres des crocodiles, des dinosauriens et des sauroptérygiens. La puissance du trias dans le Nouveau-Mexique excède 300 mètres.

Étage rhétien.

SCANIE — *Couches à combustibles.* — M. Edward Erdman (2) a décrit les gisements de charbon de terre exploités en Scanie, notamment à Hoeganaes. Les couches de charbon, dont la puissance est comprise entre $0^m,30$ et 1 mètre, sont intercalées dans une série de grès avec mineral de fer argileux et quelques argiles réfractaires de bonne qualité. L'épaisseur de l'étage est d'au moins 200 mètres. La stratification est horizontale, mais il y a beaucoup de petites failles. La qualité du charbon est très-variable, mais les meilleures variétés sont, paraît-il, aussi bonnes pour les usages industriels que les charbons anglais.

On n'est pas tout à fait d'accord sur l'âge de cette formation d'Hoeganæs. M. Hébert (3) la considère comme appartenant à l'étage rhétien qui, pour lui, forme la base du lias. On y trouve les Amphidesma donaciforme, Avicula inæquivalvis, Pecopteris Becki et des cycadées. M. Torell a d'ailleurs signalé l'affinité de la flore d'Hoeganæs avec celle des couches jurassiques du Yorkshire; il mentionne notamment la présence du Solenites Murrayi.

---

(1) *Americ. Journ.* [3], X, 152.
(2) *Description de la formation carbonifère de la Scanie*, 1874.
(3) *Revue de géologie*, IX, 110.

Quant aux grès de Hoer, riches en cycadées et en fougères, leurs relations stratigraphiques avec le système d'Hoeganæs sont difficiles à établir. On pense qu'ils passent par-dessous; mais, au point de vue pétrologique, il est le plus souvent impossible de distinguer les grès de Hoer de ceux d'Hoeganæs.

Bornholm. — La formation carbonifère de la Scanie se retrouve dans l'île de Bornholm où M. Jespersen (1) l'a étudiée. Sa puissance y est d'environ 700 mètres. Les couches sont souvent très-relevées et traversées par des failles. Les veines de houille sont au nombre de vingt et leur puissance varie depuis quelques centimètres jusqu'à 3 mètres. L'auteur a rencontré une seule fois dans cette formation un exemplaire de Pentacrinus scalaris.

TERRAIN JURASSIQUE.

Lias.

Angleterre. — M. R. Tate (2) a décrit un certain nombre de fossiles nouveaux du lias d'Angleterre. Parmi ces espèces figurent des représentants bien conservés du genre Spiropora, créé par MM. Deslongchamps pour un petit polypier provenant de la couche à Leptœna de May.

D'après M. Tate (3), bien que le lias inférieur de Radstock (Somersetshire) n'ait que 8 mètres d'épaisseur, les différentes zones caractérisées par des ammonites spéciales y sont pourtant faciles à reconnaître. La pauvreté des sédiments fait que ces zones sont pour ainsi dire sans épaisseur; mais elles existent et il n'y a pas de mélange entre les espèces caractéristiques.

Lincolnshire. — M. J. E. Cross (4) a décrit les formations liasiques dans le nord-ouest du Lincolnshire, entre les rivières Humbert, Trent et Ancholme. Le lias inférieur est largement développé; c'est à cet étage, et spécialement à la zone à Amm. semicostatus, qu'appartiennent les minerais de fer récemment découverts à Frodingham et à Scunthorpe. Plus haut, la zone à Ammonites margaritatus paraît faire entièrement défaut et la série du marlstone se réduit à une couche avec rhynchonelles de $2^m,40$ d'épaisseur. Le lias supérieur est représenté par des argiles encore mal explorées.

(1) *Geol. Mag.*, 1874, 528.
(2) *Geol. Mag.*, 1875, 203.
(3) *Geol. Society*, 26 mai 1875.
(4) *Geol. Society*, 18 nov. 1874.

Bassin du Rhône. — M. Dumortier (1) rattache au lias supérieur la couche à Ammonites opalinus du bassin du Rhône. Il y a trouvé les Amm. aalensis, A. opalinus, A. Murchisonæ, A. subinsignis, A. fallax, A. scissus, A. annulatus. A. tatricus, A. torulosus, A. Nilssoni.

Au-dessous vient l'assise de l'Ammonites bifrons, comprenant la zone de la Posidonia Bronni et celle de l'Ammonites jurensis.

Gard et Lozère. — M. Collot (2) a reconnu, aux environs de Lodève, la zone à Ammonites planorbis sous la forme de calcaires gris avec Avicula infraliassina, Plicatula hettangiensis, P. intusstriata, Cypricardia porrecta.

Au-dessus viennent des dolomies et des calcaires avec Patella hettangiensis, Lima nodulosa, etc., surmontés directement par les couches à Amm. margaritatus et Gryphæa cymbium, avec absence complète du lias inférieur.

La série se termine par le lias supérieur à Belemnites acuarius et Amm. serpentinus.

M. G. Fabre (3), de son côté, n'a jamais observé non plus, dans l'Aveyron et la Lozère, les couches à Gryphæa arcuata et à Ammonites Bucklandi. Il y a eu, à la fin de l'époque infra-liasique, une émersion, accusée par le caractère des dépôts Hettangiens les plus élevés, où l'on rencontre des couches ligniteuses et charbonneuses avec Thinnfeldia rhomboïdalis, T. obtusa et Brachyphyllum.

Argovie. — D'après M. Moesch (4), le lias d'Argovie comprend les divisions suivantes :

3. Lias supérieur. Cet étage, peu développé, est représenté par les couches à Amm. Jurensis.

2. Lias moyen. Les deux horizons à Amm. margaritatus et à Terebratula numismalis se distinguent difficilement, vu le peu d'épaisseur de l'étage.

1. Lias inférieur : *b*. Calcaire à gryphées ou à Ammonites du groupe des Arietes, très-riche en fossiles à Rohr et à Rinthal, près Trimbach.

a. Horizon des Ammonites Arietes sans quille, correspondant à celui des marnes à insectes. C'est par la pétrographie, plutôt que par les fossiles, que cette assise se distingue de la zone à Amm. angulatus et A. planorbis.

---

(1) *Études paléontol.*, IV, 1874.
(2) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 390.
(3) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 397.
(4) *Beiträge zur geol. Karte der Schweiz.* – Berne, 1874.

Étage oolithique inférieur.

ANGLETERRE.—M. Tawney(1) a décrit les gastéropodes trouvés à Dundry dans l'oolite inférieure et conservés au musée de Bristol. Il y a 66 espèces déterminables, dont 19 au moins sont nouvelles. Le genre Pleurotomaria est représenté par 26 espèces.

ARDENNES, HAUTE-MARNE. — M. de Lapparent (2), en étudiant les relations du Fuller's earth des Ardennes avec les dépôts encaissants, a été conduit à penser que cet étage, dans la région en question, pourrait être rattaché plus convenablement à l'oolithe inférieure bajocienne qu'à la grande oolithe. Ses fossiles caractéristiques sont en effet les Clypeus Ploti, Ammonites Parkinsoni, Belemnites giganteus.

Cette manière de voir, combattue par M. Hébert (3), est au contraire partagée par M. Tombeck eu égard à la Haute-Marne. Quant à M. Terquem, sans attacher une importance absolue aux divisions du bathonien et du bajocien, il croit que l'absence, dans les Ardennes, du calcaire à polypiers qui, en Lorraine, recouvre l'oolithe inférieure, introduit une séparation assez tranchée entre cet étage et le Fuller's earth ardennais.

MOSELLE. — On doit à M. Terquem (4) une étude sur les foraminifères contenus dans la zone à Ammonites Parkinsoni de Fontoy (Moselle.) Cette description comprend les genres Polymorphina, Guttulina, Spiroloculina, Triloculina et Quinqueloculina; les espèces diffèrent très-peu de celles du lias et même on a souvent quelque peine à les distinguer de leurs congénères modernes.

ARGOVIE. — Voici, d'après M. Moesch (5), la série des couches oolithiques inférieures en Argovie :

g. Couches à Rhynchonella varians.
f. Grande oolithe, couronnée par les couches à Nerinea basilensis.
e. Couches à Amm. Blagdeni.
d. Calcaires à Amm. Humphriesianus et couches à huîtres.
c. Calcaire ferrugineux et argileux à Amm. Sowerbyi et Inoceramus polyplocus.
b. Calcaires ferrugineux ou sableux avec Amm. Murchisonæ et Trigonia costellata.
a. Couches à Ammonites opalinus.

(1) *Proc. Bristol nat. Soc.*, 1874, 9.
(2) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 146.
(3) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 151.
(4) *Quatrième mémoire sur les foraminifères du syst. oolithique.* — Paris, Savy, 1874.
(5) *Beiträge zur geol. Karte der Schweiz.* — Berne, 1874.

Étage oolithique supérieur.

ANGLETERRE. — M. Blake (1) a publié un travail d'ensemble sur la formation kimméridienne en Angleterre : l'auteur divise cette formation en deux étages; mais il reconnait que là où elle repose sur le coral rag, la liaison a lieu par l'intermédiaire de couches de passage. L'étage supérieur, dont la puissance atteint au moins 200 mètres, contient des schistes bitumineux, des argiles et des pierres à ciment; il correspond au virgulien des auteurs. Sa faune est pauvre en espèces et riche en individus. D'après M. Blake, on n'a encore rencontré en Angleterre aucune faune comparable à celle du kimméridien moyen ou ptérocérien, bien que plusieurs des fossiles de cet étage se trouvent en Angleterre, avec ceux du kimméridien inférieur. Ce dernier étage est formé par une masse d'argile bleue ou sableuse avec de nombreux lits calcaires, ayant de 100 à 160 mètres à Ringstead Bay et 120 mètres dans le Lincolnshire. Il correspond à l'astartien du continent. Les fossiles du coral rag pénètrent dans les couches de passage, dont le type s'observe à Weymouth, où elles ont environ 7 mètres de puissance.

M. Govier Seeley, en examinant les vertébrés recueillis par M. Blake dans l'étage kimméridien, y a reconnu trois espèces d'Ichthyosaurus, un Plesiosaurus, un Steneosaurus, un petit ornithosaurien, et une espèce de chélonien, décrite par lui sous le nom de Pelobatochelys Blakei.

BERRI. — MM. Douvillé et Jourdy (2) ont étudié les couches de l'étage oolithique moyen aux environs de Bourges et dans la vallée du Cher. On y observe du haut en bas les assises suivantes :

1° Calcaire à Astartes comprenant :

A. Marnes et calcaires noduleux (8 mètres) avec Ammonites Cymodoce, Pterocera Ponti, Trichites Saussurei, Terebratula bisuffarcinata, Waldheimia humeralis, Pseudocidaris ovifera, Goniolina geometrica.

B. Oolithe à nérinées (2m,50) avec Nerinea Desvoidyi, Ostrea pulligera, Waldheimia humeralis.

C. Marnes et calcaires marneux à fucoïdes (24m,50), avec Terebratula subsella, Waldheimia humeralis, Diceras suprajurense, Exogyra Bruntrutana, Goniolina geometrica.

2° Calcaires lithographiques supérieurs :

D. Calcaires à Pinna obliquata (22 mètres), avec Amm. Achilles.

E. Calcaires compactes (8 mètres), pauvres en fossiles, avec quelques Pinna.

(1) *Geol. Society*, 13 janv. 1875.
(2) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 93.

3° Calcaire crayeux (F. 2 mètres) ou pierre du Château, avec Terebratula cincta, Rhynchonella pinguis et tous les oursins ordinaires du corallien.

4° Calcaires lithographiques inférieurs (G. 8 mètres) avec rares ammonites. Vers la base, près de Châteauneuf-sur-Cher, on y trouve les Amm. Marantianus et A. Eucharis.

5° Marnes et calcaires à spongiaires.

H. Calcaires à spongiaires (4 mètres), avec Ammonites Marantianus, A. bimammatus, A. perarmatus, Cidaris coronata.

I. Marnes à spongiaires (10 mètres), remplies d'immenses spongiaires, avec Belemnites Royeri, Ammonites canaliculatus, flexuosus-costatus, plicatilis-convolutus, Terebratula Stockari, Megerlea pectunculus, Cidaris coronata, C. aspera, etc.

6° Marnes à Ammonites pyriteuses.

J. Marnes à rognons (2 mètres), avec Amm. plicatilis, A. cordatus.

K. Marnes (8 mètres), avec rares ammonites déformées.

Dans la vallée de la Loire, les calcaires à spongiaires (H) sont remplacés par l'oolithe de la Charité, à Diceras arietinum et des calcaires marneux et lithographiques.

Ce même étage serait représenté dans l'Yonne par le corallien de Châtel-Censoir et le calcaire à Chailles supérieur de Druyes, et dans la Haute-Marne par les calcaires et marnes à Ammonites Marantianus, avec calcaire grumeleux intercalé, à Cidaris florigemma.

Les assises 2, 3, 4, 5 H, appartiendraient au corallien, l'assise 5 I à l'argovien, et l'assise n° 6 à l'oxfordien.

HAUTE-MARNE. — MM. Tombeck et Royer (1) reconnaissent les zones suivantes dans l'oxfordien et le callovien de la Haute-Marne.

Oxfordien.	1° Argile à Ammonites pyriteuses (A. cordatus, A. plicatilis, A. Babeanus, A. crenatus). 2° Marnes à Amm. perarmatus.
Callovien.	3° Calcaires marneux fissiles à Amm. Lamberti et A. athleta. 4° Calcaires marneux à Amm. Jason. 5° Marnes ferrugineuses à Amm. coronatus et A. anceps. 6° Marnes ferrugineuses à A. macrocephalus.

RÉGION FRANCO-SUISSE. — M. Bayan (2) a publié une note sur le jura supérieur. L'auteur établit d'abord que la zone à Ammonites bimammatus est corallienne et que les couches à Amm. tenuilo-

(1) *Bull. Soc. géol.* [3], II, 22.
(2) *Bull. Soc. géol.* [3], II, 316.

batus, qui la surmontent, représentent l'astartien, dont elles contiennent les fossiles à Oberbuchsiten. Contrairement à M. Falsan, il place dans le ptérocérien les couches comprises entre la zone à A. tenuilobatus et celle à Ostrea virgula.

M. Bayan insiste sur ce fait, que les récifs coralliens croissent plus vite que les dépôts sédimentaires environnants, en sorte qu'il n'est pas étonnant de les trouver recouverts par des assises beaucoup plus jeunes, avec absence des dépôts intermédiaires. Le corallien de Valfin, comme celui du Salève, serait un récif de l'astartien ou du ptérocérien. Il en serait de même de l'oolithe de la Mothe, dans la Haute-Marne.

L'auteur rappelle que toutes les couches oolitiques et coralliennes présentent dans leurs faunes des formes analogues : de même pour les couches marneuses; mais, au milieu de ces faunes semblables se trouvent des espèces localisées. Ainsi les genres Itieria et Columbellaria seraient spéciaux au facies corallien du jura supérieur. Il en est de même du Cidaris glandifera et de plusieurs nérinées.

Jura Neufchatelois.— M. de Tribolet (1) a constaté que, dans plusieurs localités du Jura neufchâtelois, les deux sous-étages du callovien, la zone à Amm. macrocephalus et celle à A. ornatus ne sont pas stratigraphiquement distincts, mais qu'il y a mélange intime des deux faunes.

Le même auteur a signalé la présence des marnes à homomyes ou à Ostrea acuminata près de la Chaux-de-Fonds. Jusqu'alors, ces marnes, bien développées dans le Jura bernois, n'étaient connues aux environs de Neufchâtel que par le gisement du tunnel des Loges.

Argovie. — M. Mœsch (2) a publié un important travail sur le jura supérieur de l'Argovie.

L'étage kimméridien apparait au nord-est, à Däniken; de là il continue par Aarburg, Wangen et Oberbuchsiten et change peu à peu de facies en prenant la faune dite des couches de Baden. La nombreuse série d'ammonites qui caractérise cette faune n'est encore représentée à Aarburg que par les Ammonites iphicerus, A. involutus, A. polyplocus, A. Lothari. A Engelberg, il n'y a plus que des traces du Cidaris coronata. En revanche on voit apparaître à Wangen les Hemicidaris diademata et Collyrites trigo-

(1) *Bull. Soc. sc. nat. de Neuchâtel*, 1875.
(2) *Beiträge zur geol. Karte der Schweiz.* — Berne, 1874.

nalis. La Terebratula humeralis remplace les nombreux brachiopodes de la Souabe et les spongiaires manquent complétement. Le changement pétrographique n'est pas moins visible; la proportion d'argile diminue; le calcaire, grenu à Wangen, devient oolithique à Oberbuchsiten, et à Oensingen, il a déjà acquis le facies typique de l'astartien.

M. Moesch pense que le portlandien pourrait être représenté par l'oolithe d'Hättingen et par celles de Schnaitheim et de Nattheim.

Le corallien oolithique type, depuis longtemps connu dans les cantons de Berne et de Soleure, s'étend presque sans altération jusqu'aux environs d'Oberbuchsiten, de Waldenburg et de Bretzwyl. A partir de là, en continuant vers le nord, le caractère des dépôts change complétement. Les oolithes disparaissent et, avec elles, les gastéropodes, les échinodermes et les polypiers. A leur place apparaissent de nombreuses ammonites et des myaires, notamment des pholadomyes.

L'oxfordien se divise en :

d. Couches à Hemicidaris crenularis (terrain à Chailles). On n'y trouve guère qu'une seule ammonite, l'Amm. bimammatus.

c. Couches du Geissberg, calcaires à pholadomyes.

b. Couches d'Effingen, argile à Terebratula impressa.

a. Couches de Birmensdorf, à Ammonites cordatus, A. tenuiserratus, A. Martelli, Scyphies; à la base est une argile fauve à Ammonites sulciferus et A. curvicosta, et le tout repose sur le callovien.

Mont Lépine. — M. Ebray (1) a reconnu au mont Lépine, à 4 kilomètres du Lémenc, la présence des calcaires kimméridiens lithographiques de Cirin avec Zamia. Cet étage est surmonté par une assise puissante de calcaire contenant les fossiles du portlandien du Bugey, séparée du valanginien à Pygurus rostratus par des calcaires argileux correspondant aux couches de Purbeck.

Lémenc. — M. Pillet (2) a donné la coupe de la colline de Lémenc, près de Chambéry. On y observe, à la base, le calcaire à Ammonites tenuilobatus et A. polyplocus; immédiatement au-dessus : les calcaires de Rogoznick avec Terebratula diphya; enfin, au sommet, une couche pétrie de spongiaires, coraux, échinodermes, marnes, térébratules, qui semblent tous appartenir au

(1) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 259.
(2) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 386.

jurassique supérieur de la France et de l'Allemagne. Au-dessus viennent les marnes de Berrias.

La description des fossiles du Lémenc a été faite par M. de Fromentel.

CRUSSOL. — M. Huguenin (1) considère la zone à Ammonites tenuilobatus de Crussol comme appartenant à l'étage corallien. Cette zone repose sur des calcaires à Amm. bimammatus, superposés à l'oxfordien inférieur. Elle contient les Ammonites tenuilobatus, A. flexuosus-costatus, A. iphicerus, A. Holbeini, A. Lothari, A. trachynotus, A. compsus, A. subfascicularis, etc. Belemnites canaliculatus, Aptychus latus, A. imbricatus, Terebratula nucleata, Rhynchonella sparsicosta, Collyrites carinata, Cidaris cervicalis. L'auteur indique la distribution de ces fossiles dans les onze lits successifs de la carrière Mallet. Il pense que le onzième banc, le plus élevé, correspond aux calcaires du Pougin avec Ammonites ptychoïcus et Térébratules trouées.

DAUPHINÉ. — *Gypse callovien.* — M. Lory (2) a signalé des gisements de gypse formant des lentilles entre l'oxfordien et le callovien des environs de Gap. L'un de ces gisements est situé vers Ventavon. Il a 100 mètres d'épaisseur et est couronné de cargneules. L'autre s'observe à Saint-Genis. Il a 50 mètres de puissance et est intercalé entre deux assises de dolomie. Ce gypse callovien est plus cristallin que celui du trias ; on n'y observe pas d'anhydrite.

NORD-OUEST DE L'ALLEMAGNE. — M. D. Brauns (3) a publié le dernier cahier de ses études sur le jura supérieur dans le nord-ouest de l'Allemagne. Il distingue les assises suivantes :

7. Couches de Purbeck.
6. Couches à Ammonites gigas.
5. Assises Kimméridiennes supérieures.
4. — moyennes.
3. — inférieures.
2. Couches à Cidaris florigemma ou oolithe corallienne.
1. Couches à Amm. perarmatus.

Suivant M. Brauns, la partie supérieure du jura est susceptible d'un double facies.

D'un côté, il y a changement progressif des formations, et le

(1) *Bull. Soc. géol.* [3], II, 519.
(2) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 17.
(3) *Braunschweig*, 1874. — *Neues Jahrb.*, 1874, 656.

wealdien succède sans lacunes apparentes au jurassique; dans ce cas, le valanginien n'est pas représenté.

De l'autre, et plus spécialement à l'est, il se produit, avant la fin du jura supérieur, une lacune dans la sédimentation.

M. Brauns a joint à ce cahier la description des mollusques de l'étage.

HANOVRE. — M. Struckmann (1) a signalé la découverte à Ahlem, près de Hanovre, d'un calcaire en plaquettes, bitumineux, très-fossilifère, immédiatement recouvert par des couches asphaltifères, néocomiennes, à Belemnites subquadratus, et contenant les Corbula inflexa, Gervillia lithodomus, Cyprina Brongniarti, Gyrena rugosa, Corbula alata, Trigonia gibbosa, c'est-à-dire les fossiles du portlandien supérieur. La série du jura blanc de Hanovre peut donc être établie ainsi qu'il suit pour Ahlem, Lindenerberg et Mönkeberg :

Portlandien supérieur. — Calcaire en plaquettes d'Ahlem à Corbula inflexa.
Portlandien inférieur. — Marnes bigarrées d'Ahlem à Pinna granulata, Cyrena rugosa, Cyprina nuculæformis, Ostrea multiformis, sauriens et tortues.
Kimméridien supérieur. — Couches supérieures à Ptérocères avec Corbula Mosensis et Exogyra virgula.
Kimméridien moyen. — Couches à Ptérocères, Zone à Nerinea obtusa et Pterocceras Oceani.
Kimméridien inférieur. — Couches à Natica globosa et Nerinea tuberculosa.
Oolithe corallienne. — 3. Couches à Terebratula humeralis.
2. Couches à Pecten varians.
1. Banc corallien et couches à Cidaris florigemma.
Oxfordien à Ammonites coronatus et Gryphæa dilatata.

TERRAIN CRÉTACÉ INFÉRIEUR.

ANGLETERRE. — *Couches de Farringdon.* — M. Davey (2) a reconnu que les couches à spongiaires de Farringdon et de Coxwell appartiennent au néocomien supérieur. Elles contiennent les Terebratula oblonga, T. prælonga, T. tamarindus, Peltastes Wrighti, Trematopygus Davidsoni, Goniopygus delphinensis, Cidaris Farringdonensis.

Ces couches de Farringdon avaient été classées d'abord dans la craie supérieure ou maestrichtienne. M. Davey a d'ailleurs montré que les éponges elles-mêmes différaient de celles de Maestricht.

M. Keeping (3) est arrivé à la même conclusion par une voie

(1) *Neues Jahrb.*, 1874, 778.
(2) *Transact. of the Newbury Club*, 1874. — *Neues Jahrb.* 1874, 668.
(3) *Geol. Mag.*, 1875, 372.

différente. On sait qu'il existe, en divers points de l'Angleterre, à Potton dans le Bedfordshire, à Upware près de Cambridge, etc., des couches de nodules phosphatés, appartenant à l'étage néocomien et distingués des nodules noirs du gault et du grès vert par le nom, d'ailleurs impropre, de coprolithes rouges.

M. Keeping a observé un dépôt de cet âge à Brickhill, dans le Bedfordshire, à moitié chemin entre Upware et Farringdon. Les sables à nodules reposent sur l'oxford clay à Gryphæa dilatata et contiennent une faune nombreuse : Terebratula prælonga, T. depressa, T. sella, T. Seeleyi, Waldheimia pseudojurensis, Terebratella oblonga, Rhynchonella Cantabridgiensis, R. Upwarensis, R. depressa, R. latissima, Ostrea macroptera, Lima Farringdonensis, L. Dupini, Cidaris Farringdonensis. En outre, on y trouve des Ammonites biplex en échantillons roulés, évidemment empruntés aux couches kimméridiennes.

Cette faune établit une liaison intime entre le dépôt d'Upware et les couches à spongiaires de Farringdon. Si les spongiaires font défaut à Brickhill, c'est que ces animaux n'ont pu se développer qu'au voisinage des calcaires tels que le coral rag de Farringdon et le récif corallien d'Upware.

A Potton, les sables néocomiens à nodules contiennent des fossiles du portlandien et du wealdien, tels que l'Endogenites erosa.

Yorkshire. — M. Blake (1) a vérifié la présence des Ammonites Deshayesi et Belemnites minimus dans la *craie rouge* du Yorkshire. Cette couche repose sur des conglomérats et des sables ou grès bariolés que l'auteur rapporte au terrain crétacé inférieur. Selon lui, ces derniers dépôts ont un caractère littoral et correspondent au comblement opéré dans les inégalités du sol jurassique avant la période d'enfoncement qui a vu se produire, dans des mers profondes, les dépôts réguliers de la craie. La *craie rouge* serait bien l'équivalent du gault, ainsi que cela est admis déjà pour la *craie rouge* de Hunstanton (2).

Folkestone. — *Gault.* — Le Gault de Folkestone, déjà étudié par M. de Rance (3), a été l'objet d'un nouveau travail détaillé de la part de M. Price (4). Comme M. de Rance, l'auteur reconnaît, dans cet étage, onze subdivisions ou zones, géné-

(1) *Geol. Mag.*, 1874, 362.
(2) *Revue de géologie*, IX, 122.
(3) *Revue de géologie*, VIII, 112.
(4) *Geol. Society*, 29 avril 1874. — *Geol. associat.*, 5 juin 1874.

ralement caractérisées par des ammonites. L'épaisseur totale de la formation, à Copt Point, est de 31 mètres. On peut la diviser en deux séries. La série supérieure est formée, en haut, d'une assise marneuse de 15 mètres d'épaisseur, donnant à l'analyse 26 p. 100 de carbonate de chaux et où l'on observe, à 5 mètres du sommet, une veine de sables verts avec nodules qui paraissent avoir la structure spongiaire. En bas se trouve une argile avec des brachiopodes et des ammonites du groupe des cristati. La partie inférieure est caractérisée par l'abondance de l'Inoceramus sulcatus

Le gault inférieur, séparé de la série supérieure par un lit de nodules avec couches de passage, a 8 mètres d'épaisseur. Presque toutes ses ammonites appartiennent aux groupes des Dentati et des Tuberculati. Sa base est formée par une ligne de nodules pyriteux avec Ammonites interruptus.

Sur 247 espèces du gault de Folkestone, 24 sont spéciales à l'étage inférieur, 57 à l'étage supérieur, 46 sont communes aux deux et 20 appartiennent en propre à la couche de passage. M. Price ne comprend pas dans le gault la couche de grès vert à Ammonites mammillatus, qui forme la partie supérieure des *Folkestone beds*.

MM. Price et Gardner ont découvert dans le gault de Folkestone des cônes appartenant à deux espèces de Sequoia; ce sont les plus anciens du genre et on les trouve associés avec des espèces de pins dont les analogues n'existent plus aujourd'hui que dans les montagnes de l'Amérique occidentale, justement en compagnie des genres vivants de Sequoia. Il est remarquable que cette association, de nos jours encore caractéristique, se soit ainsi manifestée dès la première apparition du genre Sequoia. M. Carruthers (1) a fait observer que c'est la première fois, dans l'histoire de la terre, qu'on voit intervenir la distribution géographique des plantes.

M. A. Bell (2) a signalé la découverte, dans le gault de Folkestone, d'une hélice, analogue à l'Helix nemoralis, qu'il propose d'appeler Helix Woodwardi. Ce serait la première coquille terrestre connue dans les dépôts secondaires de l'Angleterre.

Bassin franco-belge. — *Aachénien*. — On sait que Dumont a décrit en Belgique, sous le nom d'*aachénien*, un système de

(1) *Geol. Mag.*, 1874, 276.
(2) *Geol. Mag.*, 1875, 240.

dépôts formés de sables et d'argiles lignitifères, que ce savant géologue plaçait sur l'horizon du terrain néocomien. M. Gosselet (1) pense que cette formation doit être classée dans le gault. MM. Cornet et Briart (2) ont émis l'opinion que l'aachénien résulte d'une décomposition superficielle des terrains anciens, opérée depuis la fin de l'époque houillère jusqu'au commencement du dépôt de la craie. De son côté, M. de Lapparent (3), frappé de l'analogie des couches aachéniennes avec les sables et argiles du Bray, pense qu'il convient d'en revenir à l'opinion de Dumont. Enfin la question a été également traitée par M. Barrois (4) qui, après avoir montré que plusieurs des dépôts aachéniens de la région franco-belge appartiennent à la zone à Ammonites mammillaris, notamment ceux des environs d'Hirson et d'Aubenton, conclut cependant en faveur de l'hypothèse de MM. Cornet et Briart.

Bassin parisien. — *Gault et aptien.* — M. Barrois (5) a suivi l'étage du gault sur toute la ceinture orientale du bassin parisien, depuis le Pas-de-Calais jusqu'au Morvan. Contrairement à l'opinion acceptée jusqu'ici, l'auteur comprend dans le gault, sous le nom de sous-étage aptien, une partie au moins des marnes à plicatules, qu'il incorpore aux sables verts ou ferrugineux à Ammonites mammillaris, tandis que l'albien se réduirait à l'argile avec Amm. interruptus. C'est encore au sous-étage inférieur que M. Barrois rapporte le minerai de fer de Grandpré avec Amm. Milletianus, Terebratula prælonga, etc., et le grès ferrugineux de la Nièvre avec Amm. Milletianus, A. tardefurcatus, Rhynchonella sulcata.

M. Barrois se fonde sur l'impossibilité d'établir une division au milieu des *Folkestone beds* des Anglais, entre le grès à Amm. mammillaris et les grès glauconieux à grandes huîtres. Cette difficulté est incontestable : mais il n'est pas moins difficile de subdiviser l'aptien. La seule conséquence qu'on en puisse légitimement tirer, c'est que les questions d'accolade sont fort secondaires, depuis que les travaux géologiques, en se multipliant, amènent partout la découverte de zones de passage avec facies et faunes mixtes.

---

(1) *Soc. géol. de France, réunion de Mons*, 1874.
(2) *Id.*
(3) *Id.*
(4) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 257.
(5) *Soc. géol. du Nord*, II, 1.

Bassin parisien. — *Gaize.* — D'après M. Barrois (1), la gaize ou zone de l'Ammonites inflatus, que M. Ebray rapporte, avec d'autres observateurs, au gault supérieur et que divers géologues considèrent comme une zone de passage, appartiendrait à la base de la craie glauconieuse et serait même en discordance avec la zone albienne à Ammonites interruptus. L'auteur a reconnu l'horizon de la gaize dans la Puisaye, où il est formé par des marnes argileuses avec bancs d'ocre, contenant Amm. inflatus, Inoceramus sulcatus, dans le Perthois, où il existe sous la forme de marne argileuse gris noirâtre à Inoc. sulcatus. Des bancs de gaize siliceuse y sont subordonnés et deviennent alors prédominants dans l'Argonne. Au nord de cette région, la gaize se retrouve dans l'argile de la Malmaison, la roche siliceuse du pays de Rethel et la meule de Valenciennes.

Nous ferons observer, contrairement à l'opinion de M. Barrois, que l'un des fossiles les plus constants de la gaize, l'Inoceramus sulcatus, est une espèce du gault de Folkestone, qui n'a jamais été rencontrée dans la craie glauconieuse. Quant à la discordance signalée par M. Barrois, nous ne pouvons lui attribuer une réelle importance, car une discordance du même ordre existe entre la gaize et le tourtia, ce dernier reposant bien souvent seul sur le terrain ancien.

Haute-Marne. — *Fer oolithique.* — M. Cornuel (2) a décrit les fossiles d'eau douce du fer oolithique situé dans le néocomien supérieur de la Haute-Marne. Ces fossiles appartiennent aux genres Paludina, Paludestrina, Cyclas, Unio. Avec eux, on trouve des Sequoia, des pins et autres végétaux.

La présence de ces fossiles d'eau douce dans le néocomien supérieur, tandis que la couche rouge de Wassy, qui recouvre le fer oolithique, est riche en fossiles marins, paraît à M. Cornuel une justification de la classification qu'il a adoptée en plaçant la couche rouge à la base de l'aptien, car son dépôt a été précédé d'un temps d'arrêt dans la sédimentation, suivi d'une oscillation en sens inverse de la précédente. L'auteur établit d'ailleurs que la considération de ces oscillations secondaires est le seul moyen de créer des sous-étages rationnels, car, si l'on envisage les faunes, l'ensemble du néocomien et de l'aptien doit former un tout non susceptible de division.

(1) *Soc. géol. du Nord*, II, 1.
(2) *Bull. Soc. géol.* [3], II, 371.

HAUTE-MARNE. — *Gault.* — M. Tombeck (1) a signalé la présence, à Montiérender, d'un lambeau de gault supérieur, formé par une argile grise plastique qui contient les fossiles de Wissant et de Folkestone, Ammonites splendens, A. auritus, Turrilites catenatus, Hamites rotundus, plus quelques espèces du gault inférieur, Amm. Deluci, A. denarius, Nucula pectinata, Inoceramus concentricus. Quant au gault inférieur, c'est également une argile plastique, épaisse de 20 à 30 mètres, qu'on observe à Perthes, Valcourt, Eclaron, Voillecomte, Moëlains et qui contient les Amm. mammillaris, A. Lyelli, A. Deluci, A. denarius, Belemnites minimus, Nautilus Clementinus, Cerithium trimonile, Dentalium decussatum, Inoceramus concentricus, I. Salomoni, Nucula pectinata, N. bivirgata, Trigonia Fittoni.

CÔTE-D'OR. — *Gault à nodules.* — M. J. Martin (2) a découvert des nodules de phosphate de chaux dans un sable dépendant du gault de la Côte-d'Or, à Asnières, Bretigny et Marsannay-le-Bois. Ces nodules contiennent environ 40 p. 100 de phosphate de chaux et sont associés aux Ammonites Archiaci, Janira albensis, Plicatula radiola, Ostrea arduennensis. M. Martin signale l'isolement complet du gault de la Côte-d'Or. Reposant directement sur le portlandien, il est constitué, à sa base, par les couches à nodules et à Amm. Milletianus, au sommet par des argiles versicolores avec Amm. splendens, et la craie turonienne le recouvre sans intermédiaire.

Quant à l'origine des nodules, M. Martin est porté à l'attribuer à l'influence des sources thermales.

SAVOIE. — M. Didelot (3) a trouvé une mâchoire de Pycnodus dans la couche à ammonites des environs d'Aix en Savoie. Cette couche, intercalée au milieu des calcaires jaunes a Ostrea Couloni et Toxaster complanatus, contient, d'après M. Pillet (4), les Belemnites dilatatus, B. subfusiformis, Ammonites Leopoldinus, A. radiatus, A. Astierianus, A. Castellanensis, etc., avec une quantité d'autres fossiles. M. Didelot donne à son espèce nouvelle de Pycnodus le nom de P. heterodon.

---

(1) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 49.
(2) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 273.
(3) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 237.
(4) *Description géologique des environs d'Aix*, 1869.

TERRAIN CRÉTACÉ SUPÉRIEUR.

BEER-HEAD. — M. J. A. Meyer (1) a décrit les dépôts crétacés de Beer-Head et des falaises voisines, qui constituent les derniers affleurements vers l'ouest de la craie d'Angleterre. A la base de la série, l'auteur signale des couches qu'il identifie avec celles de Blackdown et qui occupent une position intermédiaire entre le gault ou néocomien, d'une part, et le grès vert supérieur, d'autre part. Au contraire, les couches de Warminster couronnent le grès vert supérieur et appartiendraient en réalité à la marne glauconieuse (*chloritic marl*) que l'auteur croit devoir distinguer du grès vert supérieur, ce dernier terme devant être réservé aux couches comprises entre le gault et la craie glauconieuse.

CAMBRIDGE. — *Couches à nodules.* — M. Jukes Browne (2) a cherché à déterminer la véritable position de la couche à nodules de Cambridge. Cette couche, constituée par un grès vert, passe en haut au *chalk marl;* en revanche, elle repose en discordance sur l'argile du gault, dont ses nodules et ses fossiles sont originaires. En outre, M. Browne a constaté qu'à côté des fossiles roulés, le grès vert de Cambridge possède en propre des espèces qui sont les mêmes que celles du chalk marl.

Il existerait donc, entre le gault inférieur et le chalk marl de Cambridge, une grande lacune correspondant à l'ensemble du gault supérieur et du grès vert supérieur (c'est-à-dire de la gaize).

HAMPSHIRE. — M. Barrois (3) distingue, dans le terrain de craie du Hampshire, les assises suivantes :

1° *Craie blanche.*

C. Assise de Studland-Bay à Belemnitella mucronata, Magas pumilus, Cardiaster Heberti.

B. { Zone de Brighton à Marsupites, Belemnitella vera, B. Merceyi.
Zone de Beachy-Head à Micraster coranguinum, Echinoconus conicus.

A. { Zone de Stockbridge à Micraster cortestudinarium, Holaster placenta.
Zone de Stapleford à Micraster breviporus, Holaster planus, Scaphites Geinitzi (*chalk rock*).

2° *Craie marneuse.*

Zone de Winchester à Terebratulina gracilis, Pinna decussata, Echinoconus subrotundus.

Zone de Beer à Inoceramus labiatus, Rhynchonella Cuvieri.

---

(1) *Geol. Society*, 29 avril 1874.
(2) *Geol. Society*, 13 janv. 1875.
(3) *Soc. géol. du Nord*, II, 35.

3° *Craie glauconieuse.*

Zone à Holaster subglobosus. { 3. Niveau de Wilsham à Belemnites plenus.
2. Niveau d'Alton à Holaster subglobosus.
1. Niveau d'Eastbourne à Placoscyphia meandrina.

Zone de Warminster à Pecten asper (*chloritic marl*), assise de Devizes à Ammonites inflatus, A. Renauxianus, Vermicularia concava (*upper green sand*).

ILE DE WIGHT, — M. Barrois (1) a étudié la craie de l'île de Wight, où il reconnaît, du haut en bas, les divisions suivantes :

Craie à bélemnites (80 mètres) avec Bel. mucronata, B. quadrata, Ostrea vesicularis, Magas pumilus, Micraster Brongniarti, Echinocorys ovatus.

Craie à Micraster coranguinum (160 mètres), avec Echinocorys gibbus, E. conicus, Cidaris serrata, etc.

Craie à Micraster cortestudinarium (50 mètres), très-riche en silex, avec les fossiles ordinaires de ce niveau.

Craie blanche à Holaster planus (20 mètres), c'est le *chalkrock* de M. Whitaker, avec Micraster breviporus et M. corbovis.

Craie marneuse à Terebratulina gracilis (20 mètres), avec nodules un peu phosphatés au sommet.

Craie marneuse à Inoceramus labiatus (40 mètres).

Craie glauconieuse à Scaphites æqualis (35 mètres). C'est le *grey chalk.*

Glauconie à Ammonites laticlavius (2 mètres) (*chloritic marl*).

Grès vert supérieur (*upper green sand*), à Amm. inflatus, Ostrea vesiculosa, Pecten orbicularis. Son épaisseur est de 50 mètres : c'est le niveau de la gaize.

M. Barrois a également donné une carte géologique détaillée du massif crétacé septentrional de l'île de Wight, sur laquelle il a figuré toutes les divisions qui viennent d'être indiquées.

Dans les coupes jointes à ce travail, M. Barrois a représenté, à l'échelle du 10.000e, la disposition du terrain de craie en divers points, où la craie à bélemnites plonge sous des angles de 70 et de 80°, l'inclinaison des couches inférieures étant beaucoup moindre et comprise entre 35° et 50°.

Le massif crayeux est divisé en trois parties, une centrale assez large et deux zones latérales très-resserrées, et à peu près parallèles l'une à l'autre. Entre la zone médiane et les deux autres, il y a des failles : celle de l'est, où coule la Medina, est connue depuis longtemps. M. Barrois donne les motifs qui lui font croire à une faille semblable à l'ouest, où elle se signalerait en faisant naître une source à Calbourn-Bottom.

DOUVRES, FOLKESTONE. — M. Hébert (2) a indiqué la succes-

(1) *Soc. géol. du Nord*, I, 74, et *Biblioth. de l'École des Hautes Études*, XIII, n° 2.
(2) *Bull. Soc. géol.* [3], II, 416.

sion des couches crétacées de Folkestone à Saint-Margaret, en faisant connaître la correspondance des assises distinguées par les géologues anglais avec celles du bassin de Paris. Cette correspondance est résumée par le tableau suivant :

1. Craie à Micraster coranguinum (craie de Margate, en partie, et craie de Saint-Margaret).
2. Craie à M. cortestudinarium } craie avec beaucoup de silex et nombreux fossiles.
3. Craie à Holaster planus. . . }
4. Craie à Inoceramus labiatus { craie avec un peu de silex. craie sans silex avec nombreux fossiles. craie sans silex avec peu de fossiles.
5. Craie glauconieuse (chalkmarl, greychalk, upper green sand).

M. Hébert continue à admettre que le chalk marl et le greychalk équivalent aux zones à Holaster subglobosus et Scaphites æqualis et qu'il y a dans le nord une lacune correspondant au dépôt des sables du Perche. En outre, il assimile le *chloritic-marl* au grès vert supérieur, tandis que les géologues anglais sont aujourd'hui d'accord pour rechercher l'équivalent de cette assise dans les couches supérieures du gault de Folkestone.

Belgique. — *Système hervien.* — MM. Cornet et Briart (1) ont constaté que le système *hervien* de la province de Liége, formé de couches argileuses plus ou moins glauconifères, repose sur un poudingue qui contient les Belemnitella quadrata, Ostrea vesicularis, Spondylus spinosus. Entre Herve et Verviers, à La Croix-Polinard, ce même conglomérat contient, avec la Belemnitella quadrata, la B. mucronata. Donc les dépôts argileux du pays de Herve, smectiques et psammites glauconifères, ne sont pas, comme le croyait Dumont, synchroniques de la meule et du tourtia de Tournai; mais ils correspondent à la craie blanche moyenne du Hainaut, et spécialement à l'assise dite craie de Nouvelles (2).

La faune des couches herviennes à la Croix-Polinard a d'ailleurs fait l'objet des recherches de MM. Rutot et de Looz (3), qui ont recueilli des dents de reptiles, des débris de poissons et de crustacés, une foule de gastéropodes et de lamellibranches, et quelques restes de végétaux.

Mons. — MM. Briart et Cornet (4) ont décrit sous le nom de

(1) *Soc géol. de Belgique.* Mém. II, 108.
(2) *Revue de géologie*, XI, 128.
(3) *Soc. géol. de Belgique*, II, LXXV.
(4) *Bull. Soc. géol.* [3], II, 588.

craie de Maisières, une craie glauconifère, épaisse de 3 mètres, qui représente l'assise des *Gris* des mineurs de Mons et qui contient les Ptychodus latissimus, Oxyrhina Mantelli, Ostrea lateralis, O. flabelliformis, O. larva, spondylus spinosus, Terebratulina gracilis.

Cette assise repose sur 4m,50 de silex gris compacte. C'est le banc dit des *Rabots*, au-dessous duquel viennent les fortes toises avec Spondylus spinosus, Ostrea sulcata, Ostrea flabelliformis, O. lateralis, et enfin les dièves à Inoceramus labiatus.

A Maisières, les dièves recouvrent directement le crétacé inférieur par l'intermédiaire d'un lit à galets qu'on prendrait pour le tourtia. Mais ce dernier, caractérisé par le Pecten asper, ne commence à se montrer qu'à Bernissart, entre la meule et les dièves.

Pas-de-Calais. — M. Barrois (1) a suivi le fonçage du puits Sainte-Pauline dans la concession de Liévin. Voici les assises de la craie qui ont été traversées :

De la surface à 56m,75 craie blanche avec Micraster.
83 ,50 craie marneuse à Terebratulina gracilis.
97 ,86 dièves à Inoceramus labiatus.
120 ,58 dièves vertes.
131 ,03 dièves grises à Amm. rotomagensis.
141 à 149 tourtia de Mons à Pecten asper.
149 à 152 tourtia de Montignies à Terebratella Menardi, Ostrea carinata, O. haliotidea, schistes houillers.

Cotentin. — MM. G. Dollfus et Vieillard (2) ont étudié le terrain crétacé du Cotentin. A la base est un grès vert que les auteurs placent dans le cénomanien. Puis vient le calcaire à baculites, dont la faune comprend 300 espèces. Les fossiles les plus abondants sont : Scaphites constrictus, Baculites anceps, Ammonites Gollevillensis, Trigonia echinata, Ostrea vesicularis, O. lateralis, Caratomus avellana, Nucleolites coravium, Rhynchopygus Marmini, Pentacrinus Agassizi, etc. On compte une centaine d'espèces de bryozoaires.

Ceinture orientale du bassin de Paris. — M. Barrois (3) a étudié les variations que présentent les étages turonien et cénomanien depuis le département du Nord jusque dans l'Yonne. Il reconnaît, dans cet ensemble : 1° un facies calcaire développé à la fois

(1) *Soc. géol. du Nord*, II, 63.
(2) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 460.
(3) *Annales de la Soc. géol. du Nord*, 1875, 146.

dans le Pas-de-Calais et l'Yonne ; 2° un facies argileux qui domine dans tout l'Est.

Sur toute la ceinture du bassin parisien, le sommet de la craie marneuse ou turonienne est formé par la zone à Terebratulina gracilis. La zone à Inoceramus labiatus serait un peu moins constante et manquerait dans les Ardennes.

Le cénomanien a pour assise supérieure la zone à Belemnites plenus, que M. Barrois a suivie depuis le Nord jusqu'à Vitry. Sa plus grande épaisseur est de 10 mètres. Elle contient une faune comprenant 49 espèces cénomaniennes, 29 turoniennes et plusieurs spéciales à la zone. Les plus caractéristiques sont : Belemnites plenus, Ostrea Naumanni, Plicatula nodosa, Terebratulina rigida, Magas Geinitzi, Vermicularia umbonata.

Au-dessous de cette zone vient la craie à Holaster subglobosus, qui manque depuis Vitry jusque dans l'Aisne, couronnant la marne glauconifère à Pecten asper, le terme le plus constant de la série cénomanienne.

Midi de la France. — Dans un travail entrepris en commun avec M. A. Toucas, M. Hébert (1) a rectifié les indications qu'il avait données, dans une note précédente (2), au sujet de la position des grès d'Uchaux. M. Hébert admet que les grès de Mornas représentent un niveau qui manque en Touraine, mais que les grès d'Uchaux, situés par-dessous, correspondent bien à l'ensemble de la craie de Touraine, conformément au tableau suivant :

CRAIE DE TOURAINE.	GRÈS D'UCHAUX.
Craie à O. columba gigas et Ammonites Requienianus.	Grès à A. Requienianus et fossiles ferrugineux.
Tuffeau à Amm. papalis.	Grès à A. papalis.
Craie à Inoceramus labiatus.	Grès à A. nodosoïdes et In. labiatus.

Les grès d'Uchaux seraient séparés de la craie glauconieuse de Clansayes et de Bédouin par les grès de Mondragon, comprenant, au sommet, le grès à Ostrea columba et un grès à lignites, à la base le grès à Trigonia affinis.

En Provence, les couches synchroniques des grès d'Uchaux sont, d'après M. Hébert, les couches à Hemiaster Verneuili de la Bedoule. Or, M. Toucas (3) a trouvé, près de Toulon, entre ce ni-

(1) *Bull. Soc. géol.* [3], II, 465.
(2) *Revue de géologie*, XI, 130.
(3) *Bull. Soc. géol.* [3], II, 457.

veau et celui du Radiolites cornupastoris, une faune d'oursins; Cidaris hirudo, C. pseudosceptrifera, Catopygus obtusus, Nucleolites parallelus, qui caractérise justement la craie de Touraine.

M. Coquand (1) a fait remarquer que, sauf ce qui concerne les grès d'Uchaux, qu'il avait placés un peu trop haut dans la série, les divisions établies par lui, dans la craie du Midi, se trouvent confirmées par les travaux de M. Hébert. Ainsi la zone à Inoceramus labiatus représente l'étage ligérien; celles à Ammonites papalis et A. Requienianus l'étage mornasien et les calcaires à Radiolites cornupastoris sont l'angoumien.

WESTPHALIE, — D'après M. Schlüter (2), la série des couches crétacées supérieures, depuis le bord méridional du bassin westphalien jusqu'au centre, comprend, du haut en bas, les assises suivantes :

12.	Zone de l'Heteroceras polyplocum.	Couches à Belemnites mucronatus.
11.	— de la Lepidospongia rugosa.	
10.	— de la Becksia Soekelandi. . .	Couches à Belemnites quadratus.
9.	— du Scaphites binodosus. . . .	
	— de l'Inoceramus lingua. . . .	
8.	— de l'Ammonites margæ.	
7.	— de l'Inoceramus Cuvieri.	
6.	— du Spondylus spinosus (Plæner à Scaphites).	
5.	— des Inoceramus Brongniarti et Amm. Woolgari.	
4.	— des Inoceramus labiatus et Amm. nodosoïdes.	
3.	— de l'Ammonites Rotomagensis.	
2.	— de l'Ammonites varians.	
1.	— des Pecten asper et Catopygus carinatus (Tourtia).	

La couche n° 8, désignée par l'auteur sous le nom de marnes d'Emsch, constituerait l'assise de passage entre le turonien et le sénonien. L'auteur y signale les Ammonites Texanus, A. tricarinatus, A. tridorsatus, A. Westfalicus, Turrilites plicatus, T. tridens, T. varians, Inoceramus digitatus, I. cardissoïdes, I. involutus.

DAKOTA. — M. Lesquereux (3) a étudié les plantes fossiles du terrain crétacé de Dakota. D'après M. Hayden, cette formation se compose de grès jaunes, rouges ou blancs, alternant avec des argiles bariolées et des lignites impurs. Sa puissance atteint 130 mètres. Ce système paraît correspondre au turonien et au cénomanien. On y trouve 1 espèce de thallophyte, 6 de fou-

(1) *Bull Soc. géol.* [3], III, 265.
(2) *Verh. d. nat. Ver.* XXXI, 3. — *Neues Jahrb.*, 1875, 332.
(3) *Report of the U. S. geol. Survey of the Territories*, 1874. — *Americ. Journ.* [3], IX, 596.

gères, 8 conifères, 3 monocotylédonés et 101 espèces de dicotylédonés appartenant aux familles des amentacées, laurinées, proteacées, ombellifères, légumineuses, etc. Presque tous ces types existent encore aujourd'hui et caractérisent la flore de l'Amérique du Nord. En réalité, tous les principaux végétaux arborescents existaient déjà à l'exception de ceux qui ont des feuilles dentelées. La flore du groupe de Dakota est remarquable par les différences tranchées qu'elle présente avec celle des couches lignitifères. Les espèces européennes du même âge n'y sont pas représentées.

Limite entre le terrain crétacé et le terrain tertiaire.

Amérique du Nord. — *Lignites des montagnes Rocheuses et de Vancouver.* — Nous avons déjà signalé (1) le désaccord qui règne entre les géologues américains au sujet de l'âge des lignites de l'ouest. Les nouvelles publications de la commission géologique des Territoires, dirigée par M. Hayden, fournissent à cet égard des détails intéressants.

D'après M. Lesquereux, la flore crétacée du Dakota contenant déjà beaucoup de types tertiaires de l'Europe, la flore du groupe lignitifère de Fort-Union est tertiaire. Mais M. Cope, se fondant sur la présence, dans la faune de ce groupe, des sauroptérygiens et dinosauriens, ainsi que sur les caractères des crocodiles découverts dans ces parages, malgré quelques types de tortues éocènes, croit que cette faune est crétacée et mésozoïque. Il y a donc, au moins, désaccord entre la faune et la flore.

La même chose se produit pour ce qui concerne les territoires d'Utah, de Wyoming et de Colorado. D'après M. Meek (2), l'Inoceramus problematicus se rencontre à divers niveaux dans la formation lignitifère de ces contrées, sans jamais présenter aucun indice de remaniement. En outre, on y trouve une espèce de Gyrodes, une d'Anchura et une de Cyprimera, trois genres crétacés.

Cependant, à Bitter-Creek, la plupart des mollusques ont un aspect tertiaire, bien qu'on trouve aussi un type crétacé de reptile et une corbicule connue dans les couches saumâtres de la rivière Judith, au milieu d'une faune crétacée. Le gisement de Bitter-Creek est d'ailleurs intercalé, en parfaite concordance, en-

(1) *Revue de géologie*, XIII, 194.
(2) *Americ. Journ.* [3], IX, 459.

tre une formation d'eau douce tertiaire et une autre formation sans charbon qui parait être crétacée. Les végétaux du gisement sont tertiaires, à l'exception d'une plante marine, Halymenites, qu'on a trouvée dans l'Utah sous une série de couches crétacées.

Pour l'île de Vancouver, dont les lignites ont été rapportés par M. Lesquereux (1) à l'éocène inférieur, M. Selwyn (2) maintient que ce bassin appartient incontestablement au terrain crétacé, car il est recouvert par une série de grès, de schistes et de conglomérats, épaisse de plus de 1.200 mètres et contenant, de la base au sommet, des fossiles marins crétacés, tels que Ammonites, Baculites, Inocérames.

Il parait donc nécessaire d'admettre comme définitif ce résultat, que, dans l'Amérique occidentale, *une flore tertiaire se développait en même temps qu'une faune crétacée.*

Il est vrai que M. Lesquereux (3) ne s'en considère pas moins comme fondé à ranger les lignites dans le tertiaire; il allègue qu'une formation de lignites est avant tout continentale, et qu'elle doit être envisagée et classifiée comme telle, c'est-à-dire que les caractères tirés de la flore doivent être pris en considération avant ceux qu'on peut déduire de fossiles marins, lesquels sont nécessairement à l'état d'exception.

TERRAINS NÉOZOÏQUES.

TERRAINS TERTIAIRES.

Eocène.

LIMBOURG BELGE. — La classification donnée par MM. Ortlieb et Chelloneix (4) pour les couches oligocènes du Limbourg belge associait, dans le même étage, la marne de Henis, ou tongrien supérieur de Dumont et les sables de Vieux Jonc ou rupélien inférieur. M. Mourlon (5) a rappelé que le motif qui avait

(1) *Report on the geol. Survey of Colorado*, 1872, 305.
(2) *Americ. Journ.* [3], IX, 308.
(3) *Americ. Journ.* [3], IX, 546.
(4) *Revue de géologie*, XII, 146.
(5) *Société malacol. de Belgique*, VIII.

conduit Dumont à établir une séparation entre ces deux assises était la présence, entre elles, d'une couche de cailloux roulés avec traces de dénudation et que cet argument est de bien peu de poids quand on constate, avec M. Nyst, que des 49 espèces fluvio-marines de Henis, 46 se retrouvent dans le rupélien inférieur. L'auteur se range donc à l'avis de MM. Ortlieb et Chelloneix.

Belgique. — *Bruxellien.* — M. Rutot (1) a observé, dans les environs de Bruxelles, un sable calcareux avec de nombreux galets et beaucoup de dents de squales, situé entre l'yprésien supérieur et le bruxellien. C'est précisément la position de la couche à galets et dents de squales signalée par M. Hébert comme formant, dans le bassin de Paris, la base du calcaire grossier.

Le même auteur a établi que les fruits de Nipadites Burtini se trouvent, non dans le lækenien, mais dans le bruxellien proprement dit. A Scharbeek même, des fruits sont associés à des ossements de tortue et au Nautilus Lamarcki. Ils se trouvent dans un grès calcarifère inférieur aux couches à Nummulites lævigata.

M. Ch. Lefèvre (2) a également trouvé des Nipadites dans les grès lustrés immédiatement inférieurs au grès calcarifère de Scharbeek.

M. Rutot (3) a étudié les grès fistuleux ou pierres de grottes du bruxellien inférieur. Il y a reconnu des spicules d'éponges qui toutes se rapportent au genre Geodia. L'auteur pense que la plupart des concrétions tubulaires observées dans les étages tertiaires ont été également produites par des spongiaires.

Panisélien. — MM. Cornet et Briart (4) pensent que le panisélien-type du mont Panisel, près de Mons, est distinct de celui des environs de Morlanwelz; tandis que ce dernier devrait être rapporté à l'yprésien, le premier se rapproche par ses fossiles du calcaire grossier parisien. M. Nyst y a déterminé les Nautilus zigzag, Murex tricarinatus, Fusus longævus, Buccinum stromboïdes, Voluta cithara, Pinna margaritacea, Modiola Deshayesi, Cardium porulosum, Lucina gigantea, L. saxorum, Tellina pseudodonacialis. La Nummulites planulata ne se montre qu'à la base de l'assise et à l'état remanié.

---

(1) *Soc. géol. de Belgique.* Mém. I, 45.
(2) *Soc. géol. de Belgique.* Mém. II, 42.
(3) *Soc. géol. de Belgique.* Mém. II, 6.
(4) *Société géolog. de France.* — Réunion de Mons, 1874.

La manière de voir de MM. Cornet et Briart, conforme à celle de M. Dewalque, est opposée à l'opinion émise par M. Hébert (1), pour qui le panisélien est une dépendance de l'yprésien.

M. Van den Broeck (2), de son côté, a fait valoir les raisons pour lesquelles la Nummulites planulata rencontrée dans les sables paniséliens doit être considérée comme hors de sa place : d'abord tous les échantillons sont usés ; ensuite ils sont rares, tandis que les nummulites se présentent toujours en grande abondance dans leurs gisements typiques : enfin ces foraminifères exigeaient une certaine profondeur d'eau et ne pouvaient vivre au milieu des sables grossiers du panisélien.

Bassin franco-belge. — *Éocène inférieur*. — M. Ortlieb (3) a proposé de réunir sous la dénomination d'argile des Flandres tout l'ensemble des systèmes heersien, landenien, yprésien et panisélien ; chacun d'eux ne serait qu'une phase déterminée d'une seule période géologique.

M. Gosselet (4) admet cette manière de voir (sauf en ce qui concerne le panisélien), en faisant remarquer que c'est la reconstitution du suessonien de d'Orbigny. Les sédiments sableux intercalés dans l'étage seraient surtout localisés vers l'ouest, du côté des collines de l'Artois.

Pour M. Gosselet, le heersien doit être réuni au landénien inférieur ou tufeau glauconieux à Pholadomya Konincki, P. cuneata et Cyprina Morrisi. Le landénien supérieur (sable d'Ostricourt) correspondrait à la partie supérieure des sables de Bracheux. Quant à l'yprésien inférieur (argile des Flandres proprement dite) il y aurait lieu d'y distinguer l'argile d'Orchies, équivalent des lignites du Soissonnais et l'argile de Roubaix, correspondant aux sables de Cuise.

Cependant MM. Potier et de Lapparent (5) sont d'avis de maintenir l'ancienne classification de Dumont, d'après laquelle le landénien supérieur représente l'étage des lignites du Soissonnais.

M. Potier (6) fait remarquer qu'en adoptant une autre solution, il faut imaginer, dans le bassin de Paris, entre les lignites et les sables de Cuise, une lacune correspondant à l'argile d'Ypres et,

(1) *Revue de géologie*, XII, 142.
(2) *Bull. Soc. géol.* [3], II, 559.
(3) *Soc. géol. du Nord*, I, 37.
(4) *Bull. Soc. géol.* [3], II, 598.
(5) *Bull. Soc. géol.* [3], II, 598.
(6) *Bull. Soc. géol.* [1], II, 577.

dans le bassin belge, entre les sables glauconieux et l'yprésien, une autre lacune correspondant aux lignites. D'ailleurs, le fait que les sables blancs d'Ostricourt, très-développés au sud de l'Artois, cessent en Flandre, indique une certaine indépendance entre ces sables et le tufeau qui leur sert de base et qui s'étend beaucoup plus loin.

Glauconie de Cassel. — L'argile glauconifère du lækenien supérieur, qui couronne les buttes des environs de Cassel, n'avait pas encore été rencontrée à l'est de Bruxelles. Elle a été découverte récemment sur l'ancienne plaine des manœuvres par MM. Vincent et Th. Lefèvre (1). On constate, sur ce point, une association intime entre les fossiles du lækenien inférieur, Ditrupa strangulata, Pecten plebelus, P. multistriatus, Ostrea gryphina, etc., et ceux du lækenien supérieur, Belosepia Blainvillei, Corbula pisum, C. Lamarcki, Pecten corneus, etc.

CASSEL. — D'après MM. Ortlieb et Chelloneix (2), l'éocène des environs de Cassel comprend les assises suivantes :

Sables de Cassel.	Sous-assise supérieure ou Lækenienne.	4. Argile glauconifère. 3. Sables sans fossiles. 2. Zone à Nummulites variolaria, Cerithium giganteum, Nautilus Zigzag. 1. Zone de transport à oursins et à Terebratula Kickxi.
	Sous-assise inférieure ou Bruxellienne.	4. Grès à Numm. lævigata. 3. Sables à fossiles friables et bancs à Cardita planicosta, etc. 2. Sables blancs sans fossiles. 1. Couches à Turritella edita.

Sable gris verdâtre à fossiles paniséliens.
Sable pyriteux à Nummulites planulata.
Argile des Flandres (150 mètres).

L'argile glauconifère avait été autrefois rapportée au miocène inférieur ou tongrien. Mais MM. Ortlieb et Chelloneix y ont recueilli les Cardium Edwarsi, Pecten Honi, Pecten corneus, Tellina plagia, Turritella brevis, fossiles caractéristiques des horizons les plus élevés du lækenien belge.

COTENTIN. — Le terrain éocène du Cotentin a été subdivisé par MM. Vieillard et G. Dollfus (3) en trois assises :

(1) *Soc. géol. de Belgique.* Mém. II, 206.
(2) *Ann. Soc. géol. du Nord*, 26 août 1874.
(3) *Bull. Soc. géol.* [3], III. 460. — *Soc. linnéenne de Normandie.*

III. Calcaires à milioles.
- *d.* Calcaire géodique.
- *c.* Calcaire à Echinocyamus et Anomia.
- *b.* Calcaire à fossiles très-variés.
- *a.* Calcaire sableux à Modiola Gervillei.

II. Calcaire à Orbitolites de Fresville.
I. Calcaire noduleux à Échinides.

Le calcaire noduleux contient les Lamna elegans, Cardium porulosum, Pygorhynchus Desnoyersi, Echinolampas Defrancei.

Le calcaire à orbitolites est un véritable falun. L'Orbitolites complanata y est accompagné de fossiles rappelant le facies profond du calcaire grossier parisien.

DIJONNAIS. — *Conglomérat bréchiforme.* — D'après M. Jules Martin (1), le conglomérat bréchiforme, avec blocs polis et striés de la gare de Dijon, est distinct du conglomérat lacustre à Helix Ramondi, qui le recouvre. L'auteur est disposé à voir, dans le premier, un équivalent du flysch de la Suisse. Il rappelle que M. Heer, en décrivant le flysch, a insisté sur sa pénurie absolue en fait de fossiles, ainsi que sur la présence, dans cette formation, de blocs de granite et autres roches dont quelques-uns sont de très-grandes dimensions ; en sorte que M. Heer eût été disposé à y voir l'action de glaciers tertiaires, si des faits analogues avaient été connus dans d'autres contrées. Or, pour M. Martin, les faits constatés à Dijon et dans diverses parties du Piémont, démontrent l'existence de ces glaciers. M. Martin cherche en même temps à atténuer la valeur des indications fournies, relativement au climat des temps tertiaires, par le caractère tropical de certains végétaux. Mais en cela l'auteur nous paraît tomber dans cette erreur trop répandue, qui consiste à associer ensemble l'idée des glaciers et celle d'un climat froid, alors que la production de grandes masses de glace exige surtout une évaporation très-active combinée avec l'existence de condenseurs puissants.

AIN. — M. Benoît (2) a reconnu que le terrain sidérolithique se poursuit, dans le département de l'Ain, avec les mêmes caractères que dans le Jura. Il se compose de sables siliceux, de minerai de fer et d'argiles bigarrées. A mesure qu'on avance vers le sud, des sables siliceux se mélangent aux argiles et s'y substituent progressivement comme à la Perte du Rhône, à Pyrimont, à Seyssel et au Salève. De même que M. Greppin, M. Benoît attribue les

(1) *Mém. de l'Académie de Dijon*, 1874.
(2) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 436.

dépôts sidérolithiques aux actions geysériennes, et les range à la hauteur des gypses parisiens.

AQUITAINE.—M. Linder (1) a conclu, de l'étude d'une nombreuse série de coupes, que la mollasse du Fronsadais, comme l'avait indiqué M. Tournouër, est bien distincte du calcaire à astéries qui la recouvre, et que, avec les marnes argileuses, la mollasse à ostracés et le calcaire marin de Saint-Estèphe, elle forme un groupe synchronique de la mollasse d'eau douce des Ondes dans l'Agenais et séparant le calcaire lacustre de Blaye à grands paléothériens du calcaire d'eau douce de Castillon, Civrac et Condesaigues.

Le même auteur a suivi, avec soin, les sondages effectués à travers le terrain tertiaire inférieur dans la Gironde et le Lot-et-Garonne. Il n'admet pas que le calcaire grossier de Blaye puisse être divisé en deux étages : l'un à Echinolampas affinis; l'autre à E. stelliferus. La faune de ce calcaire présente une grande analogie avec celle des couches à Serpula spirulæa de Biarritz et de Bos d'Arros, depuis les grès à Eupatagus jusqu'aux calcaires du rocher du Goulet. Elle peut être caractérisée par les Échinolampas, la Scutella Caillaudi et la Terebratula tenuistriata. Au-dessous apparaissent des sables à nummulites et crinoïdes, reposant sur la craie par l'intermédiaire de marnes argileuses à lignite et silex roulés.

BIARRITZ.—M. de Bouillé (2) a étudié la répartition des fossiles dans la falaise de Biarritz. La détermination des espèces a été faite par M. Tournouër. Il résulte de cette étude qu'une partie au moins des couches à Serpula spirulæa doit être parallélisée avec le groupe de Priabona (Vicentin), comme l'a dit M. Suess.

En outre, le groupe à Nummulites intermedia de Biarritz correspond au groupe de la Marostica de M. Suess. Et les assises de la falaise du Phare, à Ostrea Brongniarti, Pholadomya Puschi, etc., doivent être rangées dans l'oligocène inférieur.

SUISSE. — *Grès de Taviglianaz.* — De même que M. Ernest Favre (3), M. de Tribolet (4) regarde le grès de Taviglianaz comme tertiaire. L'auteur a observé un gisement de ce grès dans le Kienthal (Alpes bernoises). Dans cette localité, le grès est intercalé

(1) *Soc. linnéenne de Bordeaux*, 1874.
(2) *Bull. Soc. géol.* [3], II, 262.
(3) *Revue de géologie*, XI, 160.
(4) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 68.

entre deux grandes assises de flysch à Equisetum. Dans les Alpes de la Savoie et du canton de Vaud, le grès de Taviglianaz est situé entre le flysch et le terrain nummulitique : il y aurait donc lieu de distinguer deux horizons dans cette formation. Du reste, M. de Tribolet est porté à l'envisager comme un simple facies des schistes ou des grès compactes foncés.

Lac de Thoune. — M. de Tribolet (1) a signalé deux gisements de gypse dans le flysch, à Krattingen et Faulensee, près du lac de Thoune. L'attribution de ce gypse au terrain tertiaire ne serait pas douteuse et l'auteur pense que la même conclusion pourrait s'étendre à la zone gypseuse qui va du lac de Thoune à Bex.

Égypte. — Le calcaire nummulitique éocène des falaises de Mokattam, près du Caire, a fourni à M. Owen (2) les restes d'un mammifère sirénien nouveau, l'Eotherium ægyptiacum. En comparant le crâne de cet animal avec celui des autres siréniens connus, M. Owen en conclut qu'il y a un progrès continu dans l'organisation cérébrale de cette famille depuis son apparition dans le nummulitique égyptien jusqu'à nos jours.

Cotentin. — MM. Vieillard et G. Dollfus (3) distinguent, à la base du miocène dans le Cotentin, l'argile de Rauville à Corbules, avec Cerithium plicatum. Cette argile contient 100 espèces fossiles, dont 35 sont déjà connues : sur ces 35, un tiers appartient aux sables de Beauchamp, les deux tiers se trouvent dans les sables de Fontainebleau. Les auteurs admettent que l'argile de Rauville correspond au gypse parisien.

Au-dessus vient la marne à Bythinia Duchasteli, avec lignites, couronnée par les calcaires et meulières à Potamides Lamarcki, que surmonte enfin le Falun à Bryozoaires de Saint-Eny, équivalent des faluns de Pontlevoy, de Saint-Juvat et de Rennes.

M. Tournoüer (4) a fait remarquer que, d'après ces résultats, la mer falunienne de l'Anjou a pénétré librement dans le Cotentin et a pu se relier par là à la mer du Nord, tandis qu'on n'a pas encore signalé, dans la Manche, le facies des dépôts tongriens à Natica crassatina de Rennes.

---

(1) *Vierteljährschr. naturf. Gesell. in Zürich*, 1874.
(2) *Geol. Society*, 18 nov. 1874.
(3) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 460.
(4) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 477.

Ain. — M. Benoît (1) distingue les assises suivantes dans le miocène du département de l'Ain.

BASSIN DE PARIS.	BASSIN DU RHÔNE ET DES USSES.
Faluns de la Touraine.	Mollasse sableuse.
	Bancs solides. Grès coquillier.
	Mollasse grise.
	Mollasse bleue.
	Conglomérat local.
Calcaire d'Orléans. . . . . Calcaire de Beauce. . . . . Meulière de Beauce.	Mollasse calcaire grumeleuse. Couches d'eau douce. Lignites.
Sables de Fontainebleau avec cailloux roulés.	Mollasse rouge. Lits de charriage.

La mollasse bleue contient les Turritella terebralis, Pecten scabrellus, Echinolampas scutiformis, etc. Dans la mollasse grise on rencontre les Pecten scabrellus, P. nisus, Ostrea crispata, O. gryphoïdes = crassissima, O. Virginiana.

Le flysch des Alpes serait l'équivalent des calcaires de Beauce. Les grès nummulitiques correspondraient aux sables de Fontainebleau. Quant aux calcaires nummulitiques, ils seraient très-inférieurs et représenteraient seulement l'éocène.

Hesse rhénane. — M. Geyler (2) a étudié la flore des couches tertiaires de Stadecken-Elsheim dans la Hesse rhénane. Cette flore comprend les Arundo Goepperti, Myrica lignitum, M. acuminata, Alnus Kefersteini, Carpinus grandis, Quercus Drymeia, Castanea atavia, Ficus lanceolata, Cinnamomum lanceolatum, C. Scheuchzeri, C. polymorphum, Apocynophyllum lanceolatum, Echitonium Sophiæ. Les genres Acer et Liquidambar font défaut. L'ensemble de cette flore la rapproche de l'aquitanien; elle serait contemporaine de celle de Münzenberg en Wetteravie, et un peu plus ancienne que celle de Salzhausen.

(1) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 436.
(2) *Neues Jahrbuch*, 1875, 553.

ITALIE SEPTENTRIONALE. — D'après M. Théodore Fuchs (1), les couches de Schio (Vicentin), à échinides et pecten, correspondent exactement au miocène inférieur du Monte Titano et à celui de Dego, Calcane et Belforte. Ces dépôts sont l'équivalent de l'aquitanien de Mayer; ils se placent sur l'horizon des faluns de Bazas et de Mérignac en France, de la mollasse ancienne du versant nord des Alpes, et des grès à Pectunculus de Hongrie. Beaucoup de formes néogènes y sont associées à des formes éocènes.

SYRACUSE. — M. Théodore Fuchs (2) a reconnu, dans le voisinage de Syracuse, au sommet d'une formation miocène de l'âge du calcaire de la Leitha, un système de couches, recouvert en discordance par le pliocène, qui offre les caractères de l'étage sarmatique. Les nullipores, les polypiers et les échinodermes y font défaut. En revanche on y trouve en grande abondance les Mactra podolica, Tapes gregaria, Cardium obsoletum, Ervilia podolica, Donax lucida, Cerithium rubiginosum, Trochus pictus, etc.

MALTE. — M. Théodore Fuchs (3) distingue deux étages dans le terrain tertiaire de l'île de Malte.

L'étage supérieur, de l'âge du calcaire de la Leitha, offre, au sommet, un calcaire recouvrant une couche de grès vert remarquable par l'abondance des bryozoaires, des huîtres, des échinides et des héterostégines. A la base s'observent des argiles à Pecten cristatus et P. spinulosus, correspondant au Tegel de Baden du bassin viennois.

L'étage inférieur, équivalent du *bormidien*, comprend, au sommet, les couches à Pecten de Schio, représentées par un grès calcaire, et à la base, le calcaire inférieur à nullipores et à bryozoaires. Tandis que les grands clypéastres et les grands Pecten ne se trouvent que dans le calcaire de la Leitha, les grandes orbitoïdes et orbiculines, les petites scutelles et les deux petites espèces de Pecten, P. Haueri et P. deletus, ne se trouvent que dans le calcaire inférieur.

INDES OCCIDENTALES. — M. Lechmere Guppy (4) a décrit une série de fossiles, dont plusieurs nouveaux, provenant des îles des Indes occidentales. Ces découvertes confirment l'attribution

(1) *Verhandl. der k. k. geol. R.*, 1874.
(2) *Sitzungsber. d. K. Akad. der Wissensch.*, 1874. — *Neues Jahrb.*, 1875, 446.
(3) *Sitzungsber, d. K. Akad. der Wissensch.*, 1874. — *Neues Jahrb.*, 1875, 446.
(4) *Geol. Mag.*, 1874, 404, 433.

au miocène des couches de la Jamaïque ainsi que le rapprochement établi entre la faune du miocène de ces contrées, d'une part, et la faune miocène européenne ainsi que la faune asiatique actuelle, d'autre part. Ainsi, on y trouve les genres Murex, Ovulum, Cassis, Fasciolaria, dont les représentants existent aussi bien dans le miocène d'Europe que dans l'océan Indien.

La Jamaïque et l'île d'Haïti offrent de nombreux gisements où les coquilles ont conservé leurs couleurs et qui ne le cèdent en rien, comme richesse, aux faluns du midi de la France.

Le travail de M. Guppy se termine par une liste de tous les mollusques, articulés, échinodermes et protozoaires trouvés jusqu'ici dans les formations tertiaires des îles Caraïbes.

Limite entre le terrain miocène et le terrain pliocène.

Bassin méditerranéen. — M. Brusina (1) a étudié la faune des couches à paludines de la Dalmatie. Ces couches, remarquables par l'abondance des paludines et des Unio, reposent sur les assises à Cerithium pictum et C. rubiginosum de l'étage sarmatique.

M. Tournouër (2) rattache aux couches à paludines de la Croatie les assises de Montpellier, Théziers et Visan à Potamides Basteroti, celles à paludines de Lyon et de Saint-Amour au pied du Jura, les dépôts à coquilles terrestres de Meximieux, Hauterive et Montpellier, ainsi que les marnes d'eau douce à paludines et mélanopsides signalées dans l'île de Cos, par M. Gorceix. L'ensemble de cette faune est à la fois européen et nord-américain, peut être aussi asiatico-américain.

Quant aux couches à congéries, leur faune, européenne par ses principaux éléments (Dreyssenia, Menalopsis, Cardium), se rattache par quelques types à l'Amérique et à l'Asie.

En tout cas, ni l'une ni l'autre de ces faunes n'est africaine. Donc, à l'époque de transition entre le miocène et le pliocène, le régime hydrographique de l'Europe était séparé de celui de l'Afrique par un obstacle infranchissable aux modes ordinaires de propagation des mollusques fluviatiles ou lacustres.

Gard. — M. Tournouër (3) a étudié les terrains tertiaires

(1) *Fossile Binnenmollusken aus Dalmatien*, etc. Agram, 1874.
(2) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 291.
(3) *Bull. Soc. géol.* [3], II, 287.

supérieurs de Théziers (Gard). Ces terrains, qui reposent sur la mollasse marine miocène, débutent par une assise marine à Ostrea cochlear, suivie par des couches à congéries contenant les fossiles de Saint-Ferréol, Dreyssenia simplex, Menalopsis Matheroni. Au-dessus viennent les couches marines de Vaquières à Cypricardia coralliophaga, que couronnent les marnes à Potamides Basteroti et à Auricula Serresi.

Tout cet ensemble correspondrait, soit au pliocène inférieur, soit plutôt à un groupe de transition entre le miocène et le pliocène.

Les végétaux contenus dans les marnes à Potamides ont été étudiés par MM. de Saporta et Marion (1). Cette flore comprend douze espèces, dont trois au moins existent dans le miocène supérieur de Bilin (Bohême). Ses principales analogies sont avec les parties chaudes de la Méditerranée et celles de l'extrême Orient asiatique. Avec la flore, pourtant si voisine, de Meximieux, celle de Théziers, ou plutôt de Vaquières, ne possède en commun que le Glyptostrobus europæus.

Pliocène.

Anvers. — M. Gosselet (2) a observé la succession suivante, de haut en bas, dans les dépôts pliocènes d'Anvers :

6° Sable à Fusus antiquus.
5° — à Pecten puzio.
4° — à Isocardia cor.
3° — à Terebratula grandis.
2° — à Pectunculus pilosus.
1° — à Panopea Menardi.

M. Gosselet a été frappé de la ressemblance des sables à Fusus avec ceux du diestien de la Flandre. Si cette analogie se confirmait, le terme de diestien deviendrait synonyme de celui de Scaldisien.

— M. Cogels (3), contrairement à l'opinion admise par M. Dewalque, divise le terrain *scaldisien* en deux étages. L'étage inférieur, ou système des sables à Isocardia cor, repose sur le diestien par une couche à dents de squales et peut se diviser en deux zones, toujours caractérisées par la prédominance des sables gris. L'étage

(1) *Bull. Soc. géol.* [3], II, 272.
(2) *Soc. géol. du Nord*, II, 129.
(3) *Ann. Soc. malacol. de Belgique*, IX, 1874.

supérieur, ou système des sables à Trophon antiquum (Fusus contrarius), débute à la base par une couche à coquilles brisées, Cyprines, Astartes, Peignes, etc., que M. Dejardin avait parfaitement reconnue, en 1862, comme appartenant au scaldisien supérieur. Avec le Trophon antiquum on trouve, dans les sables supérieurs, les Trophon gracile (Fusus corneus), Purpura lapillus, Purpura tetragona, Pecten complanatus.

Cotentin. — Le pliocène du Cotentin comprend, d'après MM. Dollfus et Vieillard (1), au sommet, les marnes à Nassa prismatica (Buccinum) de Saint-Martin d'Aubigny et, à la base, le conglomérat à Terebratula grandis des Bohons. La première assise représente le crag rouge, la seconde, le crag corallien d'Angleterre.

Oran. — D'après M. Bleicher (2), le terrain pliocène d'Oran repose directement sur le sahélien dénudé et renferme, dans des argiles grises et des marnes charbonneuses, les Potamides Basteroti, Melania tuberculata, Paludestrina Peraudieri, Amnicola similis, Pupa umbilicata, Bulimus decollatus. Un banc de grès subordonné contient des coquilles marines de l'astien, avec un palmier du miocène supérieur.

Ces couches marines et fluviatiles contiennent donc une faune de transition, à la fois tertiaire et actuelle.

Tarente. — M. Théodore Fuchs (3) a étudié les dépôts pliocènes des environs de Tarente. On y observe, de haut en bas :

1. Calcaire brun, friable, à Nullipores, conglomérats et sables bruns avec plaquettes concrétionnées.
2. Argile bleue, tenace et homogène.
3. Calcaire à Bryozoaires.

C'est dans le calcaire à nullipores que se trouvent ces riches gisements de coquilles bien conservées qui ont rendu célèbre la localité de Tarente et dont M. Kobelt (4) a donné dernièrement une liste très-complète.

TERRAIN QUATERNAIRE.

Nord de l'Europe. — *Caractères généraux de l'époque glaciaire.*

(1) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 460.
(2) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 187.
(3) *Sitzungsber. der K. Akad. d. Wissensch.*, LXX, 1874.
(4) *Deutsche malakolog. Ges.*, 1874, 65.

— M. Pettersen (1) a cherché à retracer les caractères principaux de l'époque glaciaire dans le nord de l'Europe. Il admet qu'à la fin de la période tertiaire et pendant l'époque glaciaire il s'était formé, à l'ouest de la côte norwégienne actuelle, un continent, l'*Arctis*, réunissant les îles Loffoden au Spitzberg, et rejoignant probablement l'Écosse, de manière que la mer du Nord ne communiquait pas avec l'Océan. Alors le Gulf-stream était rejeté vers le nord, ce qui explique le climat relativement doux du Spitzberg à l'époque glaciaire. En revanche, l'action de ce courant ne se faisant plus sentir sur les côtes de la Norwége et sur celles de la mer Polaire, toute la région scandinave se couvrait de puissantes masses de glace. L'affaissement de l'*Arctis* aurait déterminé la fin de la période glaciaire.

Irlande. — *Dépôts glaciaires coquilliers.* — La présence de coquilles marines dans un dépôt glaciaire n'est pas toujours, suivant M. Belt (2), une preuve que le continent s'est soulevé d'une quantité correspondant à l'altitude actuelle du dépôt. L'auteur croit pouvoir admettre que la position occupée aujourd'hui par de tels dépôts coquilliers vient de ce que la grande calotte glaciaire, dans son mouvement du nord vers le sud, les a soulevés et poussés devant elle.

Mais M. Goodchild (3) a fait remarquer que les dépôts coquilliers, qui se sont trouvés sur le passage de la glace, ont dû subir des pressions capables, non-seulement de détruire tous les organismes qui s'y trouvaient contenus, mais encore de faire disparaître toutes traces de stratification. Ce savant a donc cherché une autre explication, qui fût spécialement applicable aux circonstances que présente le diluvium glaciaire d'Irlande.

Selon lui, les traits principaux de ce diluvium sont les suivants : les matériaux constituants sont de toutes dimensions, depuis les grains de sable jusqu'aux blocs de 3 à 7 mètres de diamètre. Une forte proportion des pierres présentent des traces de stries. La quantité des matériaux, roulés et distribués conformément aux lois de la pesanteur, va en diminuant à mesure qu'on remonte vers les sources des bassins. Dans beaucoup de cas le diluvium forme des collines elliptiques adossées à des promontoires rocheux. Les parties à stratification confuse ou contournée

(1) *Neues Jahrb.*, 1875, 432.
(2) *Nature*, 14 mai 1874.
(3) *Geol. Mag.*, 1874, 496.

sont intercalées au milieu de couches qui n'ont subi aucun dérangement. Enfin les dépôts coquilliers présentent un mélange de formes celtiques, lusitaniennes, boréales et arctiques.

La théorie marine, étant incapable de rendre compte de toutes ces apparences, doit être abandonnée. La seule doctrine qui, suivant M. Goodchild, s'adapte à l'explication des faits observés est la suivante : Une masse de glace en mouvement est généralement remplie de fragments de roches, plus ou moins enfoncés dans son épaisseur. Or le mouvement d'une telle masse de glace est loin d'être le même dans toutes ses parties et le sens suivant lequel se meuvent ses couches inférieures peut être complétement différent de celui du mouvement des couches supérieures, car il est influencé par la forme du fond et par les obstacles qui s'y rencontrent. De là, dans les différentes parties d'une même masse de glace, des courants qui peuvent se croiser dans tous les sens. Les matériaux qui se trouvent au point d'intersection de deux courants opposés sont soumis à l'action d'une résultante qui peut être dirigée de bas en haut. Par suite, des blocs originairement contenus dans la glace peuvent se trouver transportés à de grandes hauteurs sans avoir subi des pressions considérables. Déjà, du reste, les observations de J. D. Forbes et celles de M. Geikie ont montré que la glace tend sans cesse à rejeter au dehors, et non sur son fond, les matières étrangères qu'elle contient. Cela posé, au début de la période glaciaire, quand les différents glaciers n'étaient pas encore réunis en une seule nappe, leurs extrémités poussaient devant elles le fond sableux de la mer et devaient ainsi produire un mélange entre les faunes qui avaient successivement habité les rivages. Une fois la nappe glaciaire formée, les dépôts sableux avec coquilles mélangées se sont trouvés pris dans son intérieur. Rejetés ensuite au dehors avec toutes sortes de matériaux suivant la marche qui vient d'être décrite, ils ont formé, à diverses hauteurs, les dépôts confus qu'on observe aujourd'hui. Les courants d'eau qui circulaient sous le corps même de la glace dans les cavités du terrain sous-jacent, ont déterminé, par places, la stratification d'une partie des matériaux tombés au fond. Lorsque les couches ainsi formées ont été soumises, avant leur consolidation, à des pressions verticales trop énergiques de la part de la glace, il a pu en résulter des plissements et des contournements locaux.

En résumé, les coquilles des dépôts glaciaires auraient bien été, comme l'indiquait M. Belt, amenées à toutes les hauteurs par l'action de la glace, sans qu'il y ait eu de changements dans l'alti-

tude des continents. Mais au lieu d'une pression énergique exercée par la tête de la nappe glaciaire contre d'anciens dépôts marins, ce serait cette nappe elle-même qui, en vertu des courants contrariés auxquels sa masse était assujettie, aurait rejeté au dehors tous les matériaux solides contenus dans l'intérieur.

— La théorie de M. Goodchild a été combattue par M. Mackintosh (1), qui persiste à admettre un grand affaissement du sol à l'époque glaciaire. Contre l'hypothèse d'une calotte glaciaire chargée de blocs de toutes dimensions, l'auteur invoque la pureté constatée de toutes les masses de glace actuellement connues et il cite à l'appui de ses assertions les observations de M. Wyville Thomson.

M. Hardman (2) n'accepte pas l'origine exclusivement glaciaire attribuée par M. Goodchild au diluvium irlandais. L'auteur établit que cette formation peut être divisée, au point de vue lithologique, en *till* ou argile à blocaux, et sables ou graviers stratifiés avec terre à briques. Le till contient surtout des fragments empruntés aux roches voisines, tandis que les graviers sont très-riches en éléments venus de loin. Dans la région de Derry, d'Antrim et de Tyrone, la craie, du reste très-dure, est recouverte presque uniformément par une nappe de basalte : le *till* s'y montre dépourvu de fragments de craie et de silex, tandis que ces derniers abondent dans les graviers. Si donc il est facile d'admettre que le *till* s'est formé sous l'action d'une calotte de glace qui recouvrait tout le pays, il faut invoquer, pour les sables et graviers, une toute autre origine. L'auteur pense qu'après la fusion de la glace, l'action de la mer est entrée en jeu et qu'en attaquant des falaises de craie surmontées par le basalte, elle a pu faire ce que la glace était impuissante à effectuer, en raison de la couche protectrice qui s'étendait entre elle et la craie.

Ile de Man. — D'après M. Birds (3), on peut distinguer trois étages dans les formations post-tertiaires de l'île de Man. L'étage supérieur est un *boulder clay* formé presque exclusivement de roches de la contrée, anguleuses ou faiblement roulées, avec quelques lits de sable et de gravier; au-dessous viennent des sables et graviers stratifiés, avec nombreux cailloux roulés de roches étrangères, provenant d'Angleterre, d'Écosse et d'Irlande.

(1) *Geol. Society*, 23 juin 1875.
(2) *Geol. Mag.*, 1875, 172.
(3) *Geol. Mag.*, 1875, 80.

Enfin l'assise inférieure est un *boulder clay*, contenant une faible proportion de roches étrangères. La première assise appartiendrait au terrain glaciaire récent tandis que les deux autres feraient partie du glaciaire ancien.

La classification de M. Birds est d'accord avec celle qui a été donnée, pour les mêmes dépôts, par M. Horne (1); seulement, pour ce dernier auteur, les deux assises de *boulder clay* ne seraient que deux phases successives d'une même époque glaciaire, interrompue par des phases de retraite auxquelles correspondraient les lits de sable et de gravier.

Angleterre. — D'après M. Goodchild (2), l'étude des phénomènes glaciaires dans la vallée d'Éden et la partie occidentale du Yorkshire-Dale conduit à admettre l'existence d'une nappe de glace continentale descendant des montagnes d'Écosse avec une puissance de 700 à 800 mètres au plus; cette masse, chargée de pierres empruntées à toutes les roches de son bassin, aurait déposé, en fondant, à la fois le drift à cailloux anguleux des plateaux, le diluvium à blocaux, les eskers et les nombreux blocs erratiques de la région.

Chesil Bank. — M. Prestwich (5) a cherché à expliquer l'origine de la plage de galets connue en Angleterre sous le nom de Chesil Bank et qui s'étend de Portland à Abbotsbury, sur une longueur de près de 20 kilomètres, avec une épaisseur variable entre 13 et 7 mètres. Les galets sont surtout des silex de la craie, avec quelques cailloux de grès rouge, de porphyre et de jaspe. Aucun d'eux n'est emprunté aux falaises voisines.

On avait pensé d'abord que ces galets devaient provenir de la falaise située entre Lyme-Regis et Budleigh Salterton et qu'ils avaient été poussés vers l'est par l'action combinée du vent et des vagues. Cependant cette explication se heurtait à une difficulté sérieuse : c'est que les galets les plus gros se trouvaient à l'extrémité de la plage la plus éloignée de leur origine supposée.

M. Prestwich a découvert récemment, sur le Bill de Portland, un ancien rivage soulevé, s'élevant de 7 à 13 mètres au-dessus du niveau actuel de la plage et contenant tous les matériaux du Chesil-Bank, notamment des cailloux empruntés aux roches du Devonshire

(1) *Transactions of the Edinburg geol. Soc.*, 1874.
(2) *Geol. Society*, 24 juin 1874.
(3) *Geol. Mag.*, 1875, 225. — *Geol. Society*, 10 juin 1874.

et du Cornouailles. On y trouve aussi 26 espèces de coquilles, dont deux n'arrivent plus aujourd'hui dans la Manche. Ce rivage soulevé, formé sans doute à l'époque glaciaire et sous des conditions topographiques différentes des conditions actuelles, peut s'observer en différents points des falaises entre Brighton et la côte des Cornouailles. C'est la destruction de ce dépôt, opérée surtout pendant les ouragans, qui aurait donné naissance au Chesil-Bank.

M. Prestwich pense, du reste, que le galet de la côte anglaise méridionale ne provient pas directement des falaises actuelles, mais qu'il dérive de la destruction des couches du gravier quaternaire et de celle des anciens rivages soulevés.

LAEKEN. — M. Lefèvre (1) a observé, à Laeken, un limon stratifié et *fossilifère* appartenant à la couche connue, en Belgique, sous le nom d'*ergeron*, où il a recueilli les Succinea oblonga, Helix hispida et Pupa muscorum. Ce dépôt était recouvert par une forte épaisseur de limon ordinaire ou terre à briques.

ARTOIS, FLANDRE. — M. Potier (2) a signalé les terrasses de sables et de cailloux roulés qui bordent les vallées de la Canche et de l'Authie, à une altitude de 40 mètres, sans qu'on en retrouve de traces à un niveau inférieur. Il rapproche de ces dépôts les graviers à peine roulés du camp d'Helfaut, près de Saint-Omer, et établit que ces dépôts, où l'on ne trouve jamais de restes de mammifères, ont dû se former avant que le fossé qui sépare les collines de l'Artois de celles de Cassel et de Mons-en-Pévèle, fût creusé à sa profondeur actuelle. On est obligé d'admettre qu'à cette époque la hauteur du continent différait sensiblement de ce qu'elle est aujourd'hui.

LA CELLE. — M. Chouquet a fait faire des fouilles à La Celle, près Moret, dans un tuf calcaire, quaternaire, superposé au travertin de Château-Landon. Les empreintes végétales de ce tuf, étudiées par M. de Saporta (3), attestent la présence du figuier, de l'arbre de Judée, du saule cendré, du buis, etc. Cette association indique qu'à l'époque quaternaire les différences entre le Nord et le Midi étaient beaucoup moins tranchées qu'aujourd'hui, le Midi étant plus humide et le Nord moins froid. De plus, la comparaison de la flore de La Celle avec celles de Canstadt en Wurtemberg et des en-

(1) *Ann. Soc malacologique de Belgique*, X, 1875.
(2) *Association française*. Lille, 1874, 376.
(3) *Bull. Soc. géol.* [3], II, 122.

virons de Montpellier, permet de ranger le tuf en question sur l'horizon des graviers à Elephas primigenius.

Cette conclusion est pleinement justifiée, selon M. Tournouër (1), par l'étude des mollusques du tuf de La Celle. Car on y trouve 34 espèces, dont 33 sont terrestres et indiquent une faune de mollusques habitant des endroits très-humides et ombragés : ce sont des limaces, des vitrines, des succinées, des zonites, des hélices arboricoles, etc. Avec un fonds d'espèces encore vivantes dans le pays, on reconnaît quelques espèces françaises, mais étrangères à la région ; d'autres européennes, mais étrangères à la France ; enfin quelques variétés éteintes. L'ensemble accuse un mélange et une diffusion des espèces plus large que de nos jours. Certaines associations de types de La Celle ne se retrouvent plus que sur le littoral méditerranéen. La concordance est remarquable entre cette faune et celle de Canstadt. D'ailleurs, M. de Mortillet a trouvé, au-dessus du tuf de La Celle, des silex taillés de l'époque de Moustiers, qu'il considère comme la seconde époque de la pierre. Le tuf est donc plus ancien et probablement contemporain des graviers de Saint-Acheul.

Haute Tarentaise. — M. de Rosemont (2) a observé, dans les vallées de la haute Tarentaise, des terrasses diluviennes qui se montrent jusqu'auprès de la source même de l'Isère et du Doron. Or, en aval de cette dernière source, on observe une pente serpentineuse qui a été polie par les anciens glaciers ; les glaciers actuels s'arrêtent à 400 ou 500 mètres en amont. M. de Rosemont en conclut que les glaciers avaient cessé d'être en activité quand les grands cours d'eau déposaient ces terrasses et que, par conséquent, l'époque des grands cours d'eau est postérieure à l'époque glaciaire.

Bavière. — M. Zittel (3) a reconnu, en Bavière, un remarquable développement du terrain glaciaire. L'auteur distingue trois périodes principales :

Période pré-glaciaire.

Diluvium ancien stratifié, sans fossiles.

Période glaciaire.

Grands glaciers, terrain erratique, moraines, cailloux roulés, lehm morainique. Lignites d'Aschau à Rhinoceros tichorhinus.

(1) *Bull. Soc. géol* [3], II, 443.
(2) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 481.
(3) *Akad Wissensch.* München, 1874, 252. — *Revue géol. suisse*, 1874, 309.

Loess et Lehm dans et hors la région glaciaire. Elephas primigenius, Cervus tarandus, etc., coquilles alpines vivantes.

Période post-glaciaire.

Érosion des lits des rivières (Ammer, Würm, Isar, Inn, Salzach, etc.). Diluvium récent stratifié. Tourbe avec Betula nana, Salix herbacea.

ORAN. — Le terrain quaternaire de la province d'Oran, étudié par M. Bleicher (1) se compose de grès littoraux à coquilles marines actuelles, d'alluvions marno-sablonneuses avec animaux terrestres et fluviatiles, d'espèces vivantes et de dépôts détritiques irréguliers marins, s'observant jusqu'à 150 mètres au-dessus de la Méditerranée.

A cette période appartiennent les basaltes d'Aïn-Temouchent, les solfatares des Sebkhas du Tell Oranais, les éruptions hydrothermales ferrugineuses de la plaine d'Oran, le conglomérat gypseux du pied nord du Tessala, les travertins et les dépôts d'incrustations d'Hammam-bou-Hadjar.

SIERRA NEVADA. — M. Le Conte (2) a suivi les traces des anciens glaciers de la Sierra Nevada. La région la plus instructive à cet égard est celle du lac Tahoc, dans lequel on voit déboucher cinq anciennes moraines bien formées, séparées les unes des autres par des dépressions où existent des lacs. Auprès du mont Tallac, les surfaces polies et mamelonnées sont très-remarquables. Ce qui caractérise les moraines voisines du lac Tahoc, c'est qu'elles forment des rangées bien parallèles, se terminant du côté du lac d'une manière abrupte sans qu'on puisse apercevoir aucune trace de moraines frontales. Cela tient évidemment, selon M. Le Conte, à ce que les anciens glaciers de la région aboutissaient au lac, où leur extrémité donnait naissance à des ice-bergs.

NOUVELLE-ANGLETERRE. — M. James D. Dana (3), tenant compte des hauteurs auxquelles les stries glaciaires ont été observées dans la Nouvelle-Angleterre, estime entre 500 et 700 mètres la puissance du glacier qui devait autrefois recouvrir la région de Newhaven. Une telle masse de glace, en fondant, a dû produire une inondation considérable. M. James D. Dana s'est attaché à suivre les traces de ce déluge qui a inauguré la période fluviale ou de Champlain par une ère de dépôts tumultueux. L'auteur a ob-

(1) *Bull. Soc. geol.* [3], III, 191.
(2) *American Journal* [3], X, 126.
(3) *Americ. Journ.* [3], X, 168.

servé que les dépôts diluviens, à l'embouchure du Quinnipiac, forment deux séries superposées, l'une, inférieure, où la stratification oblique des couches se relève vers le sud, l'autre supérieure, où le relèvement des couches a lieu vers le nord. De plus la séparation de ces deux systèmes est nettement tranchée. M. James D. Dana en conclut que le dépôt inférieur a été formé sous l'influence des ondes de marée montante qui venaient à l'encontre du fleuve de la période glaciaire, tandis que le dépôt supérieur s'est formé quand, par suite de la fonte rapide des glaces, le courant d'eau douce est devenu assez fort pour refouler la marée. En outre, le passage de l'un de ces régimes à l'autre a été brusque. Du reste, la fonte rapide d'une grande masse de glaces pouvait seule mettre en mouvement les immenses quantités de sable, de graviers et de blocs qu'on voit à la partie inférieure des vallées de la Nouvelle-Angleterre.

QUATRIÈME PARTIE.

GÉOLOGIE GÉOGRAPHIQUE.

La quatrième partie de cette *Revue* restera consacrée aux descriptions et aux cartes géologiques; elle analysera les travaux ayant plus spécialement pour but de faire connaître la constitution géologique d'un pays ou d'une région.

Un résumé sommaire de l'ensemble des cartes géologiques a été donné par la *Carte géologique de la Terre*, de M. Jules Marcou, dont il vient de paraître une seconde édition qui est au courant des dernières explorations; cette carte, construite par Ziegler, est à l'échelle du 23.000.000ème; elle est pourvue d'une légende écrite en plusieurs langues et accompagnée d'un texte français qui lui sert d'explication.

EUROPE.

Une carte géologique de l'Europe a été publiée par le capitaine Hennequin, chargé du cours de géographie à l'Académie militaire de Belgique. C'est à peu près une réduction de la carte de Dumont dans laquelle les tracés des limites ont été simplifiés, en même temps que les couleurs ont été choisies de manière à trancher fortement l'une sur l'autre. Le relief y est d'ailleurs représenté à l'aide des courbes de niveau qui sont si utiles sur toutes les cartes géologiques et n'ont pas, comme les hachures, l'inconvénient de modifier les teintes.

SPITZBERG.

Les expéditions que MM. Nordenskiöld, Otto Torell et divers savants suédois ont faites pendant ces dernières années dans les mers Arctiques ont été extrêmement profitables à la science et particulièrement à la géologie. L'Académie des sciences de Stockholm avait envoyé à l'Exposition internationale de Géographie de Paris, une partie des belles collections qui ont été rapportées de ces expéditions et nous allons donner, d'après M. le professeur A. G. Nathorst (1) de l'Université de Lund, un résumé des principaux résultats qui ont été obtenus.

Il y a moins de dix années, on admettait que la côte occidentale du Spitzberg était entièrement formée de roches cristallines et qu'elle manquait des dépôts jurassiques, crétacés et tertiaires (2); mais les expéditions suédoises y ont constaté l'existence de neuf terrains distincts qui sont bien caractérisés par les fossiles animaux et végétaux qu'on y a recueillis (3).

I. *Terrain primitif ou azoïque.* — Les roches appartenant à ce terrain se rencontrent dans la partie N.-O. du Spitzberg, à Verlegenhook, sur la rive N.-E. de Wijdebay, sur la côte septentrionale de la terre du nord-est, aux Sept-Iles, dans l'intérieur de Wahlenbergbay, au fond de Klaas Billenbay, dans l'Isfjord, etc. Elles se composent essentiellement de roches cristallines schistoïdes, notamment de gneiss, de micaschistes qui sont souvent grenatifères, de schistes amphiboliques, de quartzites, de calcaires cristallins. On voit en outre, sur plusieurs points, de la pegmatite et du granite ordinaire. Ces diverses roches présentent d'ailleurs de nombreuses alternances.

II. *Terrain silurien? d'Heclahok.* — Ce terrain, qui occupe une étendue considérable, apparaît, tant sur la côte occidentale que dans le nord et le nord-est du Spitzberg. Il se compose principalement de dolomie grise, de schiste argileux noir et de divers quartzites. Ses couches sont en général redressées et dérangées.

Quoique les schistes et les autres roches du silurien du Spitzberg aient souvent une texture très-fine, on n'y a rencontré d'autres

---

(1) Notes remises à M. Delesse. — Ouvrages publiés par M. Nordenskiöld.
(2) Charles Martins : *Du Spitzberg au Sahara*, 1866.
(3) *Notices sur la Suède, publiées à l'occasion du Congrès international des sciences géographiques de 1875, à Paris.*

fossiles que des bivalves impossibles à déterminer; elles sont dans le schiste noir de Greyhook, qui, d'après M. Nordenskiöld, serait une formation d'eau douce, contemporaine des couches siluriennes marines de la Scandinavie.

III. *Terrain dévonien? de Liefdebay.* — Dans le principe, M. Nordenskiöld réunissait les couches de Liefdebay au terrain précédent; mais ses recherches personnelles, celles de M. Malmgren en 1868, de MM. Wilander et Nathorst en 1870, firent découvrir à Klaas Billenbay, dans ces mêmes couches, des écailles et des arêtes de poissons, quelques ostracodes ainsi que des bivalves, et M. Nordenskiöld pensa qu'il y avait lieu de les considérer comme formant un terrain distinct.

Les roches de ce terrain se composent ordinairement de schistes argileux, rouges et verts, de calcaires, de grès et de conglomérats grossiers qui sont souvent d'un rouge intense. Elles s'étendent de Klaas-Billenbay, Dicksonsbay et Ekmanbay dans l'Isfjord, par Liefdebay à Redbeach. Les restes organiques qu'elles renferment ne sont pas encore complétement déterminés; toutefois il paraît probable qu'ils appartiennent au dévonien supérieur. La formation de Liefdebay se rencontre également à Beeren Eiland.

IV. *Terrain carbonifère.* — Il comprend les trois étages suivants : 1° Groupe de Beeren-Eiland ou de l'Ile des Ours; 2° Calcaire carbonifère; 3° Terrain houiller proprement dit.

1° Le *groupe de Beeren Eiland* ou de l'*Ile des Ours* (Étage paléanthracitique, Ursastufe, Heer) constitue l'étage inférieur et se rencontre, tant à Beeren-Eiland, d'où il tire son nom, qu'à Bellsound et à Klass Billenbay, au Spitzberg. Il se compose de conglomérats, de grès, de schistes argileux, renfermant sur quelques points des veines de houille avec des végétaux fossiles. Jusqu'ici l'on n'a trouvé qu'à Beeren Eiland de véritables couches de houille appartenant à cette formation, et, au Spitzberg, elles se réduisent à des veines très-minces. Des végétaux fossiles, appartenant à cet étage, ont été recueillis en 1868 à Beeren-Eiland par MM. Nordenskiöld et Malmgren et ont été décrits par M. Heer (1) qui cite 18 espèces appartenant aux genres Calamites, Cardiopteris, Palæopteris, Sphenopteris, Lepidodrendon, Lepidophyllum, Knorria, Cyclostigma, Helonia, Stigmaria et Cardiocarpum.

---

(1) *Fossile Flora der Bären Insel;* mém. de l'*Acad. roy. des sc de Suède*, IX, n° 5, 1871.

En 1870, MM. Wilander et Nathorst rencontrèrent des végétaux fossiles dans les couches de l'étage paléanthracitique à l'Isfjord, au Spitzberg. M. Heer y distingua seulement quatre espèces se rapportant aux genres Calamites, Lepidodendron, Stigmaria, Cyclostigma et en outre le fruit d'une Rhizocarpée (1).

M. Nordenskiöld trouva de plus à Bellsound en 1873, dans des couches probablement correspondantes, un Calamites et une Knorria. A la même couche appartenaient sans doute le Lepidodendron et le Sigillaria ou le Calamites rapportés de Bellsound par M. Eugène Robert, lors de l'expédition française de la corvette *la Recherche* pendant les années 1838-1839.

2° *Calcaire carbonifère.* — Au Spitzberg, cet étage est l'un des plus riches en fossiles; comme le précédent, il s'observe à Beeren-Eiland, d'où M. Keilhau a rapporté, dès 1827, une collection de fossiles qui furent ensuite décrits par Léopold de Buch. M. Keilhau en recueillit également au Cap sud, au Spitzberg, et le lieutenant Payer en rapporta du même endroit en 1872. M. Hofer en rencontra de semblables à Hornsound en 1872. Les fossiles recueillis par ces deux voyageurs ont été décrits par M. Toula (2). Des couches de calcaire carbonifère riches en fossiles s'observent en outre sur plusieurs points de Bellsound, d'où M. Eugène Robert en rapporta quelques-uns qui furent décrits par M. de Koninck. En 1858-1859, M. Lamont en recueillit également qui ont été décrits par Salter. Toutes les expéditions suédoises au Spitzberg ont rapporté de ce fjord de riches collections. Il en est de même de l'Isfjord, où, dès 1857, M. Loven découvrit des fossiles du calcaire carbonifère que l'on rencontra ensuite dans une foule de localités de ce même fjord. L'expédition de 1861 en découvrit également à Kingsbay, aussi bien que sur plusieurs points de l'Hinloopenstrait. Enfin M. Lamont en rapporta de Stensforeland et de Devilbay.

M. Nordenskiöld considère le calcaire carbonifère comme le plus ancien des dépôts marins que l'on ait rencontrés jusqu'ici au Spitzberg et il y a établi les divisions suivantes, en allant de haut en bas :

e. Calcaire à productus avec silex, renfermant une quantité considérable de fossiles et surtout de grands productus. Les lits de silex sont très-purs et leur épaisseur atteint souvent une centaine de mètres.

---

(1) Heer : *Beiträge zur Steinkohlenflora der arktischen zone;* mém. de l'Acad. roy. des sc. de Suède, XII, n° 13, 1874.

(2) *Sitzungs Ber. der K. K. Akad. der Wissensch.* in Wien. Nov. 1873 et juin 1874.

d. Calcaire à spirifères et gypse, riche en brachiopodes, principalement du genre spirifer. Les couches de gypse ont fréquemment une épaisseur d'une soixantaine de mètres et elles contiennent des boules d'albâtre. Certains grès de Beeren Eiland paraissent se rapporter à ce sous-étage.

c. Calcaire à Cyatophyllum, fortement corrallifère, contenant quelques gastéropodes, ainsi que des brachiopodes de petites dimensions.

b. Grès gris et rouges du cap Fanshaw, non fossilifères.

a. Dolomie de Russö recouvrant immédiatement le groupe de l'île des Ours; elle est jaunâtre, dépourvue de fossiles, et contient des lits de silex.

M. le docteur Lindstroëm de Visby, qui a étudié les collections de calcaire carbonifère recueillies en 1868, en donnera prochainement la description détaillée dans les mémoires de l'Académie des sciences de Stockholm; dès à présent, il indique 65 espèces qui se répartissent ainsi :

Crustacés	2	espèces.	Bryozoaires	1	espèces.
Gastéropodes	2	—	Crinoïdes	2	—
Lamellibranches	11	—	Anthozoaires	4	—
Brachiopodes	34	—	Spongiaires	1	espèce.

L'étude de cette faune montre qu'elle se compose d'un mélange d'espèces appartenant au calcaire carbonifère avec d'autres qui jusqu'à présent n'ont été trouvées que dans le terrain permien; du reste, par l'absence de représentants du genre Orthis, cet étage présente plutôt un caractère permien et, suivant M. Lindström, il est probable que le calcaire carbonifère du Spitzberg est analogue à l'*Upper mountain Limestone* de l'Écosse.

En tout cas, le calcaire carbonifère du Spitzberg et de Beeren-Eiland contient une foule de brachiopodes appartenant aux genres Chonetes, Spirifer, Streptorhynchus et Productus, parmi lesquels le Productus Weyprechti (Toula), particulier à ces régions. Citons encore Pecten pauciradiatus (Lindström) et Syringopora reticulata.

3° *Terrain houiller.* — La découverte des couches appartenant à cette importante formation fut faite par M. Nordenskiöld en 1873, année dans laquelle il rencontra, à Recherchebay, une foule de végétaux fossiles décrits par M. Heer dans un travail destiné à être imprimé dans les mémoires de l'Académie des sciences de Stockholm. D'après une courte notice de M. Heer, ces végétaux correspondent à ceux de la houille exploitée en Europe. Parmi les végétaux fossiles recueillis au Spitzberg, mentionnons : Lepidodendron Sternbergii, Lindl.; Lepidostrobus; Rhabdocarpus

costatus; Cordaïtes principalis, Geinitz; Sphenopteris bifida, Heer; Sph. flexibilis, Heer; Adiantites bellidulus, Heer. On a trouvé également des Asterophyllites et des Sphenophyllum; ils se rencontrent dans un schiste foncé, alternant avec du grès, et quoiqu'ils n'aient été rencontrés jusqu'ici qu'à Recherchebay, M. Nordenskiöld pense qu'ils existent sur plusieurs autres points de Bellsound et de l'Isfjord. D'un autre côté, des gisements de houille proprement dits n'ont pas encore été découverts dans cet étage.

V. *Terrain triasique.* — Sur la côte occidentale du Spitzberg, le trias apparaît dans l'Isfjord, à l'entrée méridionale de ce golfe et surtout sur la presqu'île du cap Thordsen. Il existe probablement aussi sur toute la partie occidentale de Stensforeland et de Beeren-Eiland. Les couches de la côte ouest se composent de schistes argileux foncés, bitumineux, contenant soit des nodules et des boules, soit des lits de calcaire bitumineux. Dès l'expédition de 1861, M. Blomstrand y recueillait des fossiles, et celle de 1864 en rapportait une riche collection en Suède, grâce aux recherches de MM. Nordenskiöld, Duner et Malmgren. Les invertébrés trouvés pendant cette expédition et la précédente ont été décrits par M. Lindström (1). On découvrit, en outre, lors de la seconde de ces expéditions, des crânes et des ossements de sauriens, qui ont été décrits plus tard par M. Hulke (2), indépendamment de ceux recueillis pendant l'expédition de 1868, qui ont fourni de nouveaux matériaux à la faune des invertébrés. Les plus belles collections du cap Thordsen sont toutefois celles qui furent rapportées en 1870 et surtout en 1872, pour ce qui concerne les vertébrés. Ces dernières collections, qui contenaient des fossiles bien mieux conservés que les précédentes, ont démontré aussi que le Nautilus décrit par M. Lindström était en réalité une Ammonite. M. von Drasche rapporta également du cap Thordsen quelques fossiles qui ont été décrits par M. de Mojsisovics (3), lequel, tout en mentionnant deux espèces d'*Halobia*, déjà décrites par M. Lindström, et dont l'une a été rapportée

(1) *Om Trias och Juraforsteningar fran Spetsbergen; Sur des pétrifications du trias et du jura du Spitzberg. — Mémoires de l'Académie des sciences*, VI, n° 6, 1865.

(2) J. W Hulke: *Memorandum on some fossile vertebrate Remains collected by the Swedish expeditions to Spetsbergen in* 1864 *and* 1868; *Annexe des mém. de l'Acad. des sciences*, I, n° 9.

(3) *Edw. Mojsisovics, Ueber die triasichen Pelecypoden Gattungen Daonella und Halobia. Abhandl. d. K. K. geolog. Reichsanst in Wien*, n° 2, 1874.

au genre nouveau *Daonella*, donne la description d'une nouvelle espèce de ce dernier genre. Les collections rapportées depuis 1868 ont été soumises à l'examen de M. Oberg, qui n'a encore rien publié à leur égard. Les espèces jusqu'ici connues du cap Thordsen sont : Nautilus Nordenskiöldii, Lindström; Ammonites trochleïformis, Lindstr. sp. ; Ammonites Gaytani, Klipst. var. ; Ceratites Malmgreni, Lindstr. ; Ceratites Blomstrandi, Lindstr. ; Posidonia sp. ; Daonella Lindströmi, Mojsisov. ; Daonella arctica, Mojs. ; Halobia Zitteli, Lindstr. ; Monotis, sp. ; Monotis filigera, Lindstr. ; Pecten sp. ; Lingula, sp. ; Encrinus sp. Les débris de vertébrés déterminés par M. Hulke sont : Ichthyosaurus Nordenskiöldii, Hulke ; Icht. Polaris, Hulke, et Acrodus Spetsbergensis, Hulke. Les matériaux relatifs aux vertébrés ont été considérablement augmentés par M. Oberg en 1872.

Les couches triasiques du cap Thordsen sont encore intéressantes en ce qu'elles contiennent du phosphate de chaux, en grains presque sphériques, d'environ 1 millimètre de diamètre. M. Nordenskiöld pense que ces couches phosphatées doivent leur origine à la dissolution d'excréments de sauriens et de poissons. Une compagnie suédoise s'était formée, il y a quelques années, pour leur exploitation ; mais l'entreprise a été abandonnée.

VI. *Terrain jurassique.* — La formation jurassique est très-développée au Spitzberg, où elle avait été découverte par M. Loven dès 1837. Les couches supérieures de Sauriehook au cap Thordsen lui appartiennent probablement. Elle se montre en outre au cap Boheman, sur le flanc septentrional de l'Isfjord, et sur toute la rive méridionale de ce golfe, depuis son embouchure jusqu'à Sassenberg, d'où elle s'étend jusqu'au cap Agardh, dans le Storfjord.

M. Nordenskiöld distingue une division supérieure et une division inférieure : la première composée de dépôts marins ; la seconde de dépôts d'eau douce, avec des lits de charbon et des empreintes de végétaux. Les couches marines sont des schistes argileux, des calcaires et des grès, dans lesquels M. Lindström cite les fossiles suivants : Ammonites triplicatus, Sow ; Cyprina inconspicua Lindstr. ; Cardium concinnum, v. Buch ; Solenomya Torelli, Lindstr. ; Leda nuda, Keys. ; Inoceramus revelatus, Keys. ; Aucella mosquensis, v. Buch ; Pecten demissus, Beau ; P. validus, Lindstr. ; Ophiura Gumaelii, Lindstr. ; il y a en outre des fragments indéterminables de poissons et des mollusques ; Serpula, Belemnites, Dentalium, Panopæa, Tellina, Cytherea, Arca, Nucula, Avicula, etc. Pour M. Nordenskiöld, ces couches représentent les dépôts marins les plus récents du Spitzberg.

Quant aux couches à végétaux fossiles du cap Boheman, elles se composent de grès, de schistes et de houille, atteignant au plus l'épaisseur de 0m,30. Quoique l'on n'ait rencontré des plantes fossiles que sur ce point, M. Nordenskiöld croit, en se fondant sur la conformité pétrographique, que les couches supérieures de la montagne d'Agardh appartiennent aussi à cet étage. Les plantes du cap Boheman furent recueillies par MM. Oberg et Nordenskiöld en 1872-1873, et ont été décrites par M. Heer, dans un travail qui paraîtra prochainement dans les mémoires de l'Académie des sciences de Stockholm : elles présentent les types suivants : Pecopteris Saportana, Heer; Scleropteris Pomeli, Sap; Podozamites Eichwaldi, Sch.; P. lanceolatus, Lindl.; P. angustifolius, Eichw.; P. plicatus, Hr.; P. pusillus; Hr.; Pinus Obergiana, Hr.; Ginylla digitata, Brongn. sp.; G. Huttoni, Sternb.; et G. integriuscula, Hr. Ces dernières espèces sont particulièrement intéressantes, car elles ont permis à M. Heer de démontrer que le genre *Baiera*, rapporté auparavant aux fougères, est en réalité un conifère, très-rapproché du genre *Ginylla*, s'il ne lui est pas identique.

Diabase, Dolérite. — Cette roche est la plus jeune des roches éruptives qui ont été observées au Spitzberg, et elle appartient aux dépôts jurassiques; signalée pour la première fois par les géologues français de l'expédition de *la Recherche*, elle avait reçu le nom de Sélagite ou de Syénite hypersthénique. Dans le principe, M. Nordenskiöld la considérait aussi comme une hypérite jusqu'à ce qu'il fût démontré, par les observations microscopiques de MM. Zirkel et Törnebohm, qu'elle ne contient pas d'hypersthène, mais bien de l'augite; il l'appela ensuite *diabase* en remarquant qu'il eût été plus exact de la rapporter à la *dolérite*. En tous cas, elle présente un mélange de labrador, d'une espèce d'augite et de fer titané hexagonal, auxquels viennent s'ajouter accidentellement du péridot et de la chlorite, cette dernière manquant quelquefois. Son analyse a été donnée précédemment à la géologie lithologique. Cette roche constitue souvent la partie supérieure des montagnes, et forme parfois des colonnades. Une des particularités les plus curieuses de son gisement, c'est de se montrer en bancs qui sont parfaitement réguliers et intercalés entre les couches, soit du calcaire carbonifère, soit des terrains triasique et jurassique. Ces bancs ont assez généralement une grande étendue. En outre, la diabase forme, de temps à autre, des collines et des montagnes isolées, ou bien des filons comme ceux qui s'observent au cap Thordsen. M. Nordenskiöld pense que la diabase sédimentaire

a été primitivement de la cendre volcanique qui, se durcissant avec le temps, s'est ensuite métamorphosée en une roche compacte et cristalline. Du reste, la diabase se rencontre principalement dans l'intérieur de l'Isfjord, dans l'Hinloopenstrait et au Storfjord; mais elle n'est pas en relation avec les couches redressées de la côte occidentale du Spitzberg.

VII. *Terrain crétacé.* — La découverte de ce terrain date seulement de 1872 et elle est encore due à M. Nordenskiöld qui, au cap Staratschin, sur la rive méridionale de l'embouchure de l'Isfjord, a rencontré un grès contenant des végétaux fossiles dont le Sequoia Reichembachi, Gein, sp. est le plus commun. Les plantes de ce gisement ont été décrites par M. Heer (1), qui cite les espèces suivantes : Asplenium Johnstrupi, Heer; A. Bogeanum, Heer; Sphenopteris hyperborea, Hr.; Thinnfeldia arctica, Hr.; Sclerophylina cretosa, Schk.; Equisetum sp., Phyllocladites rotundifolius, Hr.; Araucarites Nordenskiöldii, Hr.; Sequoia Reichenbachi, Gein, sp.; S. rigida, Hr.; S. fastigiata, Sternb.; Pinus Peterseni, Hr.; Pinus Quenstedti, Hr.; P. Staratschini, Hr.; P. sp. Hypoglossodium antiquum, Hr.

VIII. *Terrain miocène.* — La présence du terrain miocène au Spitzberg offre un très-grand intérêt, car elle permet de constater qu'un climat subtropical ou méditerranéen, si différent du climat actuel, a régné dans les régions polaires à une époque géologique rapprochée de la nôtre. Les dépôts miocènes se rencontrent à Kingsbay, et sur plusieurs points de l'Isfjord et de Bellsound. Les couches de combustibles du Spitzberg paraissent appartenir pour la plupart à ce terrain, qui se compose du reste de conglomérats, de grès, de schistes et d'argiles, avec des empreintes végétales d'une conservation parfois remarquable. M. Nordenskiöld fut le premier qui les découvrit en 1858 au mont des Charbons (Kolfjellet) à Bellsound, d'où il rapporta neuf espèces qui ont ensuite été décrites par M. Heer, et parmi lesquelles nous signalerons le Taxodium distichum miocenum, Hr. On trouvera cette description dans le premier volume de la *Flora fossilis arctica* du savant botaniste suisse. Les gisements de combustibles de Kingsbay furent explorés par MM. Blomstrand et Nordenskiöld en 1861 et en 1868. M. Heer signale treize espèces de cette baie, parmi lesquelles l'Equisetum arcticum, Hr. est la plus commune. M. Blomstrand trouva de même en 1861 des végétaux miocènes à Heersberg, en dedans de

(1) *Kreideflora, der arktischen zone. Mém. de l'Académie des sciences*, XII, n° 6, 1874.

Greenharbour et, pendant l'expédition de 1868, M. Nordenskiöld rencontra au cap Staratschin un schiste bitumineux noir, avec des végétaux d'une exquise conservation dont le nombre s'élève au chiffre considérable de 113 espèces (1). Parmi les plus importantes, on peut mentionner Taxodium distichum miocenum, Libocedrus, Sequoïa Nordenskiöldii, S. brevifolia, 11 espèces de Pinus, Taxites, Torellia, Ephedrites, Phragmites, Poacites (13 espèces), Cyperus, Carex (5 espèces), Acorus brachystachys, dont la tige est encore surmontée de son épi, Populus (3 espèces), Betula, Corylus, Quercus, Platanus, Andromeda, Fraxinus, Viburnum, Hedera, Cornus, Nyssa, Nymphæa, Paliurus, Rhamnus, Sorbus, Cratægus, Rubus, Prunus, etc. Ajoutons 23 insectes, dont 20 coléoptères.

En 1873, M. Nordenskiöld recueillit une grande quantité de plantes fossiles au cap Heer, et découvrit, en outre, au cap Lyell et au glacier de Scott, à l'entrée de Bellsound, le gîte fossilifère le plus remarquable de tous ceux qui ont été exploités jusqu'ici. Il rencontra, en effet, une argile grise avec des empreintes végétales admirablement bien conservées, dans lesquelles les nervures des feuilles se détachaient en noir sur la masse argileuse. Ces plantes ont été décrites par M. Heer dans un ouvrage qui n'est pas encore publié, mais il en donne la liste dans le troisième volume de sa *Flora fossilis arctica*. Les types les plus communs sont : Sequoia Langsdorfii, Brgn. sp. et Acer arcticum. Nous mentionnerons, parmi les genres qui n'avaient pas encore été trouvés jusqu'alors au Spitzberg : Glyptostrobus, Carpinus, Ulmus et Grevia. On rencontre, en outre, dans la même argile, les types : Populus, Alnus, Quercus, Corylus, Fagus, Platanus, Hedera, Cornus, Salix, Nissa, etc.

Bien que les couches miocènes du Spitzberg semblent former parfois à elles seules des montagnes entières, M. Nordenskiöld appelle l'attention sur ce fait, qu'elles constituent, en général, des dépôts totalement locaux, qui ont rempli les dépressions existant dans des formations plus anciennes. Il observe en outre qu'elles sont souvent plissées et totalement redressées, tandis que les couches des formations sous-jacentes peuvent n'avoir subi aucun dérangement. Il croit pouvoir attribuer ces plissements à des changements de température, et principalement à la congélation de l'eau qui s'est introduite dans les crevasses et a produit de la sorte des dilatations et des contractions. La faible importance de ces actions

(1) Voir Heer : *Die miocene Flora und Fauna Spetzbergens; Mém. de l'Acad. des sciences*, VIII, n° 7, et l'ouvrage du même auteur *Flora fossilis arctica*, n° 2.

serait alors compensée par la longue durée pendant laquelle elles se sont exercées, puisqu'elles remontent à la période glaciaire.

IX. *Terrain quaternaire.* — On observe sur plusieurs points des côtes du Spitzberg des coquilles marines qui s'élèvent jusqu'à 50 mètres au-dessus du niveau actuel de la mer. La plupart de ces mollusques, comme Pecten Islandicus, Cardium Groenlandicum, Astarte borealis, Tellina calcarea, Mya truncata et Saxicava rugosa, vivent encore en foule dans les parages du Spitzberg; mais quelques-uns, tels que Mytilus edulis, Cyprina Islandica et Littorina littorea, n'ont pas encore été ramenés par les dragages, bien qu'on les rencontre parmi les espèces fossiles. La plus commune de ces dernières est le Mytilus edulis, qui forme parfois des bancs entiers, mais est incomparablement beaucoup plus rare aujourd'hui, quoiqu'on l'ait rencontré au Spitzberg sur des fucus. Comme les bancs de coquilles reposent souvent sur des roches striées par les glaciers, il est naturel de croire qu'ils ont été précédés par une période plus froide. Avec les Mytilus on trouve, à Adamsbay, des débris de végétaux; en particulier, il y a très-souvent le Fucus canaliculatus qui, jusqu'ici, n'a pas été rencontré vivant au Spitzberg. Dans la tourbe du cap Thordsen, M. Heer a observé, indépendamment d'un grand nombre de mousses, Salix polaris, Wahl. S. retusa? Betula nana et Dryas integrifolia, Wahl. Le premier type est des plus communs au Spitzberg, et le troisième y a été trouvé vivant, ce qui n'est pas le cas pour les deux autres. M. Heer pense que les bancs de Mytilus sont contemporains des charbons feuilletés (*Schieferkohlen*) de la Suisse, c'est-à-dire qu'ils seraient interglaciaires; ils paraissent représenter, dans tous les cas, un climat plus chaud que le climat actuel.

M. Heer croit pouvoir formuler, comme résultat de ses recherches sur les plantes fossiles du Spitzberg, que, depuis le commencement du carbonifère jusqu'au crétacé supérieur, le climat a été sans interruption tropical ou intertropical. Il voit dans cette circonstance une preuve contre l'opinion émise dans ces derniers temps par certains géologues relativement à l'existence de périodes glaciaires pendant les formations géologiques anciennes. M. Nordenskiöld signale de son côté que, bien qu'ayant exploré des coupes qui mesurent jusqu'à 900 mètres de puissance sur une longueur totale d'envion 1.600 kilomètres, il n'a rencontré nulle part des dépôts de nature à appuyer l'hypothèse de périodes glaciaires primitives; l'absence totale de blocs erratiques lui paraît même l'infirmer d'une manière complète.

PORTUGAL.

Les études géologiques et géodésiques sont poursuivies en Portugal; elles sont faites actuellement par une commission spéciale, et avec le concours de M. Carlos Ribeiro et de M. Rodrigues, professeur à l'École polytechnique de Lisbonne.

ALEMTEJO. — Un mémoire de M. J. F. N. Delgado (1) a donné une carte géologique de la partie orientale de la province d'Alemtejo. Les terrains paléozoïques du Portugal offrent une très-grande épaisseur et occupent plus de la moitié de la surface du pays. A leur base et par-dessus les *roches granitiques* se trouve l'*azoïque*, qui est très-développé dans le haut Alemtejo, ainsi que dans la province Tras-os-Montes. Il se compose principalement de schistes luisants et de calcaires métamorphiques avec quelques roches siliceuses. Les calcaires sont saccharoïdes, translucides, généralement blancs, quelquefois aussi de couleurs variées; ils fournissent des marbres renommés à Estremoz, Montes-Claros, Vianna, Serpa. M. Delgado décrit ensuite le *cambrien* et le *silurien* dans lequel un puits creusé pour la mine de cuivre de Saint-Domingos a fait découvrir à M. l'ingénieur Neves Cabral des fossiles qui jusqu'à présent n'avaient pas été rencontrés dans la Péninsule; ces fossiles paraissent se rapporter aux trois genres Nereites (Murchison), Crossopodia (M'Coy) et Dendrograptus (Hall).

Le *dévonien* est bien représenté dans la chaîne de Portalègre, vers la limite nord de l'Alemtejo : on y a trouvé les fossiles qui, d'après de Verneuil, caractérisent le dévonien inférieur de l'Espagne : Phacops latifrons Br., Dalmanites sublaciniata de Verneuil, Spirifer speciosus Schl., Strophomena Phillipsii Barr. S. depressa Sow., Leptæna Murchisoni d'Arch. et de Vern.

On trouve ensuite le *carbonifère* inférieur qui est très-développé dans l'Alemtejo. Il est formé de grauwakes et de schistes contenant des Posidonomyes ainsi que des goniatites et Calamites communis Ettingsh, qui paraissent bien indiquer un dépôt contemporain des schistes à Posidonomyes de la vallée du Rhin. D'un autre côté, près de Grandola, une clyménie a été rencontrée dans des schistes par M. l'ingénieur des mines F. de Vasconcellos, et semblerait indiquer qu'il existe aussi dans cette région une formation dévonienne. Enfin la carte géologique de M. Delgado montre encore

(1) *Terrenos paleozoicos de Portugal*, avec traduction française.

que le terrain *tertiaire* couvre d'assez grandes étendues dans le Baixo-Alemtejo.

ANGLETERRE.

Exploration sub-wealdienne. — Le 23 juin 1874, le sondage destiné à l'exploration de la région wealdienne était arrivé à la profondeur de 305 mètres. D'après M. Topley, on avait rencontré à 297 mètres un bel échantillon d'Ammonites Jason, caractéristique de l'*oxford-clay* : d'un autre côté, entre cette formation et l'argile *Kimméridienne*, on n'a rien trouvé qui correspondît au *coral-rag* et au *calcareous grit*. L'ostrea virgula descendait jusqu'à 265 mètres. Les circonstances seraient donc tout à fait semblables à ce qu'on observe à l'embouchure de la Seine, où l'on passe du *Kimméridien* à l'*oxfordien* par une série continue de roches argileuses.

FRANCE.

Bas-Boulonnais. — M. H. E. Sauvage (1), a esquissé les caractères de la faune erpétologique du Boulonnais à l'époque *jurassique*. On y trouve mélangés des animaux de haute mer (Ichthyosaures, Pliosaures, Plésiosaures), des habitants des eaux douces (Emydes, Crocodiliens à formes lourdes, Machimosaures, Sténéosaures), des reptiles terrestres (Dinosauriens herbivores et carnivores), et des animaux aériens (Ptérodactyliens).

Ce sont surtout les assises *astartiennes* et *kimméridiennes* du Boulonnais qui sont riches en restes de reptiles.

Collines flamandes.— M. Ortlieb (2), se fondant sur l'absence du *tongrien* dans les collines flamandes et admettant les mouvements du sol signalés par divers auteurs à la fin de la période lækenienne, pense que la première ébauche de l'orographie de la Flandre remonte à l'époque *éocène* supérieure et que les terrains de cet âge, au lieu de se former au-dessus du *lækenien*, se sont déposés à ses pieds. Ainsi s'expliquerait le défaut de concordance de la coupe du mont du Chat avec celle du mont Cassel.

Mont Dore.— M. H. Amiot, ingénieur des mines, a fait en 1874, pour le Conseil général du Puy-de-Dôme, une étude détaillée de la vallée supérieure de la Dordogne, entre le pic de Sancy et la

(1) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 81.
(2) *Soc. géol. du Nord*, II, 201.

Bourboule, et les crêtes qui la bordent de part et d'autre (1). Il a reconnu que les *terrains volcaniques* de cette région présentent une stucture assez régulière. Les nappes de roches dures, intercalées dans les tufs trachytiques, conservent une grande homogénéité sur des surfaces étendues, quand elles n'ont pas été dérangées par des failles ou enlevées par des érosions. D'après M. Amiot, on peut distinguer dans ces nappes quatre types de roches : 1° Trachyte phonolithique, passant au vrai phonolithe; 2° Basalte et wacke basaltique; 3° Trachyte gris, à grands cristaux de sanidine; 4° Trachyte granitoïde. Partout où l'on voit des superpositions, les nappes formées de ces roches se succèdent, de bas en haut, dans l'ordre où elles sont énumérées. Il est donc impossible d'admettre qu'au mont Dore, le basalte soit postérieur au trachyte; M. Poulett-Scrope l'a d'ailleurs fait remarquer depuis longtemps. C'est ainsi que la coupe du Puy-Gros montre une nappe de basalte surmontée de deux nappes de trachyte; et il en est de même sur beaucoup d'autres points.

Les environs du mont Dore présentent des *failles* assez nombreuses qui ont été spécialement étudiées par M. H. Amiot. La plus visible est celle qui sépare, à la Bourboule, le granite et le tuf et qui contient les canaux d'arrivée des eaux minérales de cette localité; elle détermine un rejet d'environ 280 mètres; on la retrouve à 4 1/2 kilomètres de là, sur le flanc O. du Puy-Gros, avec un rejet de 200 mètres; elle va E. 28° N. sur une partie de son parcours, E. 19° N. sur une autre. La seconde de ces directions appartient au système des Alpes principales; quant à la première, elle pourrait se rapporter au système du Sancerrois. Deux autres *failles* E. 25° N. à E. 30° N., de sens inverse, accompagnent la précédente. D'autres, moins nettes et qui semblent dirigées à peu près S. 40° E. se rapporteraient au système du mont Serrat.

Pyrénées. — L'attribution faite par M. Leymerie (2) des marbres blancs pyrénéens au terrain *primitif* a été contestée par M. Garrigou (3). L'auteur considère les marbres de Saint-Béat comme reposant, par l'intermédiaire d'une couche ophitique, sur un vieux grès rouge qui fait corps avec les marbres griottes *dévoniens*.

Telle était aussi l'opinion de M. H. Magnan (4), qui considé-

(1) Communication de l'auteur.
(2) *Revue de géologie*, XII, 164.
(3) *Comptes rendus*, LXXIX, 328.
(4) *Comptes rendus*, LXXIX, 1163.

rait les calcaires marmoréens à couzeranite comme *carbonifères* conformément à la détermination de M. Coquand.

Cependant M. Leymerie (1) ne reconnaît pas dans les Pyrénées, l'existence d'un grès rouge *dévonien*. Tous les grès rouges de la région sont, dans son opinion, *triasiques* ou *permiens*, et leur indépendance vis-à-vis des calcaires marmoréens est complète, ce qui n'aurait pas lieu si ces derniers appartenaient à l'époque *carbonifère*.

Vallée de la Garonne. — M. Piette (2) a indiqué l'extension probable des anciens glaciers quaternaires de la Garonne, dont les moraines, avec blocs striés, sont encore bien visibles. L'auteur est également disposé à admettre qu'il y a eu dans les Pyrénées de grands *glaciers tertiaires* auxquels serait dû l'immense amas d'argile et de cailloux qui forme le plateau du Lannemezan.

En outre, M. Piette a poursuivi dans les grottes des Pyrénées les recherches qui avaient été entreprises précédemment par MMes Frossard; ainsi, il a exploré, à l'entrée de la vallée de la Garonne, la grotte de Gourdan, qui lui a offert plusieurs foyers préhistoriques des âges du renne et de l'aurochs, et celle de Lortet, dans la vallée de la Neste, où il a découvert de très-belles gravures de la période du renne, qu'il considère comme liée d'une manière continue à celle de la pierre polie.

D'un autre côté, de même que M. l'abbé Stoppani dans les Alpes, M. Trutat (3) a trouvé dans les Pyrénées les preuves incontestables d'une époque glaciaire qui est liée à la période tertiaire. En particulier, dans la vallée inférieure du Tech, on voit, à Nidolerès, les marnes bleues fossilifères du pliocène reposer sur le glaciaire ancien en couches relevées.

Toulon. — M. A. Toucas (4) a donné quelques détails sur les terrains *jurassiques* et *crétacés* des environs de Toulon. Il a reconnu, sur le pourtour de la montagne du Faron, le *lias supérieur*, le *lias moyen*, *l'infralias*, la zone à *avicula contorta* assez fossilifère, *le gypse*, le *muschelkalk* et le *grès bigarré*.

Le terrain *crétacé* est bien développé à la montagne de Caoumé, où il comprend les calcaires à Requienia Lonsdalei (lesquels s'étendent sans solution de continuité jusqu'à Coudon par Tourris), les

(1) *Comptes rendus*, LXXIX, 1115.
(2) *Bull. Soc. géol.* [3], II, 498.
(3) *Comptes rendus*, LXXX, 1108.
(4) *Bull. Soc. géol.* [3], II, 457.

calcaires à Ostrea flabella, à O. columba, à Caprina adversa, à Sphérulites, à Hemiaster Verneuili, puis les marnes à Cidaris sceptrifera et Rhynchonella Mantelli, des sables blancs *turoniens*, et enfin un calcaire à hippurites.

BELGIQUE.

La carte géologique de la Belgique par Dumont exige un assez grand nombre de modifications, par suite des progrès qui ont été réalisés depuis la mort de ce savant et, d'après M. Dupont (1), voici à quoi elles se réduisent : — 1° Le terrain ardoisier du Brabant et du Condroz est, non pas du terrain dévonien inférieur, mais du terrain *silurien* qui constitue un nouveau terme dans la série géologique belge. — 2° Les couches à poudingues, adossées au terrain silurien du Condroz, devront probablement se répartir dans les divers étages du terrain *dévonien* de l'Ardenne, d'après les observations de M. Gosselet, vérifiées récemment par M. Mourlon. — 3° Les petites bandes et îlots calcaires, désignés par d'Omalius d'Halloy sous le nom de Calcaire de Couvin et de Calcaire de Frasnes, doivent être séparés du calcaire à Stringocéphales et être réunis, les uns aux *schistes à calcéoles*, les autres aux *schistes de Famenne*. — 4° Les couches schisteuses, intercalées dans le calcaire *dévonien* de la bande de Rhisnes, doivent être réunies à ce calcaire. Ces quatre résultats sont dus à M. Gosselet. — 5° A la suite de la découverte de débris de conifères dans le terrain *crétacé* inférieur du Hainaut par MM. Briart et Cornet, M. l'abbé Coemans a prouvé que ce terrain, qui y montre un petit affleurement, est d'âge bien distinct de celui d'Aix-la-Chapelle. — 6° La *meule de Bracquegnies* et le *calcaire grossier de Mons*, découverts par les mêmes géologues, devront figurer comme nouveaux termes dans la série géologique belge. — 7° L'étage *panisélien* semble constituer dans le Hainaut deux dépôts distincts. — 8° M. Nyst a découvert des fossiles *scaldisiens* dans les environs de Turnhout, ce qui augmente l'étendue de ce dépôt. — 9° Il y a lieu d'indiquer dans le Condroz et l'Ardenne, les dépôts de *cailloux roulés* et de *limon quaternaire*, comme Dumont l'a fait dans la moyenne et dans la basse Belgique.

Conformément à l'avis de MM. Dewalque et Briart, l'Aca-

(1) Dewalque : *Documents relatifs à la publication d'une nouvelle carte géologique de la Belgique ;* Bruxelles, 1875. — *Bull. Acad.*, t XLI, 13.

démie de Bruxelles a toutefois émis le vœu qu'il fût procédé à l'exécution d'une carte géologique détaillée, au lieu de publier une édition nouvelle de la carte de Dumont.

SUISSE.

Le relevé géologique de la Suisse continue à faire de grands progrès (1). La Commission fédérale a publié la carte au 25.000e du massif du Sentis faite par Escher de la Linth. M. de Tribolet a étudié la géologie des environs de Lauterbrunnen et M. Rothenbach la vallée du Trümmletenthal. M. Studer a expliqué la géologie du Saint-Gothard et le Gouvernement suisse a publié le catalogue des couches rencontrées dans le percement de cette montagne depuis la tête méridionale du tunnel jusqu'à 136 mètres, à travers les dolomies, les calcaires et les micaschistes, et depuis la tête nord jusqu'à 363 mètres, à travers le granite gneissique, qui, vers 200 mètres, commence à être associé à des micaschistes.

Enfin M. Moesch a fait paraître l'explication de la partie de la feuille VIII de la carte fédérale qui représente le Jura argovien.

Jura suisse. — L'espace compris entre les divers chaînons qu constituent le Jura est occupé en grande partie par les divers étages du groupe *néocomien* et par la mollasse *miocène*. Ces terrains sont redressés contre les couches du calcaire *jurassique*, ce qui est singulièrement favorable à la formation de sources abondantes. La plupart apparaissent au fond même du bassin ou du vallon, c'est-à-dire dans des conditions identiques avec celles des puits artésiens. Cependant certains vallons sont à peu près dépourvus de sources. Tel est celui de la Chaux-de-Fonds, à l'altitude de 1.000 mètres au-dessus de la mer. Partant de l'étude géologique et stratigraphique du district, M. Jaccard (2) a pensé qu'un forage à travers les couches tertiaires amènerait la rencontre d'une ou de plusieurs *nappes souterraines* dont l'eau suffirait à alimenter la localité. Un sondage a été entrepris en 1874 et il est parvenu à la profondeur de 65 mètres en traversant une assise de calcaire lacustre crayeux. L'eau, non ascendante, a été trouvée à 12 mètres de profondeur. Pour trouver l'eau ascendante, il faudrait pousser le sondage à travers une assise de marne de 30

(1) Voir *Revue géologique suisse*, 1874, 6.
(2) Communication de l'auteur.

à 50 mètres d'épaisseur, au-dessous de laquelle on trouverait la mollasse marine à l'état de grès grossier et de sables aquifères. L'eau ne serait probablement pas jaillissante et il faudrait l'élever, mais du moins on aurait sur place l'élément indispensable à la prospérité de cette industrieuse cité, qui est absolument dépourvue de fontaines.

AUTRICHE-HONGRIE.

M. le Chevalier Franz de Hauer a publié une seconde édition de la petite carte géologique, à l'échelle du 2.016.000e, qui résume l'ensemble des recherches du *K. K. geologische Reichsanstalt* sur la géologie de l'empire austro-hongrois. En outre il a terminé sa belle carte à l'échelle du 576.000me.

Monzoni. — M. Doelter (1) a donné une description géologique du massif du Monzoni, dans le Tyrol méridional. Après avoir rappelé les travaux des précédents observateurs, notamment ceux de MM. de Richthofen et B. de Cotta, l'auteur définit les roches du massif, qui sont : *granite*, *diorite*, *porphyre quartzifère*, *granite de Predazzo*, *Monzonite* (syénite du Monzoni), *mélaphyre* (porphyre augitique) et *porphyre à orthose*. Quant à l'*hypérite* de M. de Richthofen, M. Doelter y voit un mélange d'augite avec un feldspath triclinique, probablement du labrador, contenant, comme éléments accessoires, la biotite, l'hornblende, l'orthose, le fer magnétique et le spinelle.

Le nom de monzonite désigne moins une roche particulière qu'un ensemble de roches géologiquement alliées, et qui oscillent entre le type de la syénite et celui de la diorite.

Le travail de M. Doelter est accompagné d'une carte géologique à l'échelle du 12.500e, avec courbes de niveau espacées de 100 mètres. Les divers filons de mélaphyre et de porphyrite y ont été représentés.

Le même sujet a été traité par M. vom Rath (2), qui arrive à des conclusions différentes. La roche fondamentale du Monzoni lui paraît être une *syénite pyroxénique*, essentiellement formée d'orthose, de feldspath triclinique et d'augite. Quant à l'hypérite de Richthofen, où M. de Lapparent (3) n'avait vu que de l'amphibole, M. vom Rath, à l'exemple de M. Tschermak, la

(1) *Jahrb. d. k. k. g. R.*, 1875, XXV.
(2) *Der Monzoni*, Bonn, 1875.
(3) *Annales des mines*, 6e série, VI, 258.

regarde comme une *diabase* avec labrador, orthose, augite, mica, hornblende, titanite, magnétite, pyrite et apatite. L'auteur a recueilli des échantillons où l'on voit nettement la cristallisation de l'augite, et il en a conclu que la plupart des éléments amphiboliques de la monzonite possèdent les caractères de l'ouralite. Cependant il existerait aussi, au Monzoni, un *gabbro*, ou roche de diallage et de labrador, dans laquelle M. Websky a reconnu un diallage noir assez voisin de l'hypersthène.

Le travail de M. vom Rath contient, comme celui de M. Doelter, une énumération des gîtes de minéraux du Monzoni. On y trouve aussi des études sur les pseudomorphoses de serpentine et de fassaïte.

ALPES MÉRIDIONALES. — M. Stache (1) admet qu'il y a dans les Alpes méridionales deux horizons de *verrucano;* l'un, inférieur au porphyre du Tyrol méridional, est l'équivalent de celui de la Toscane, qui appartient au terrain *carbonifère*, comme M. Heer l'a montré d'après l'étude des plantes découvertes à Jano ; l'autre, supérieur au porphyre, fait partie du terrain *permien*.

HONGRIE. — M. Maximilien de Hantken (2) a étudié les nummulites du terrain *tertiaire inférieur* dans la partie sud-ouest des montagnes centrales de la Hongrie. Ces fossiles sont extrêmement abondants dans la région indiquée et d'après leurs caractères, M. de Hantken n'y distingue pas moins de huit étages. En commençant par le bas, il indique successivement des nummulites striées, ponctuées, réticulées, lisses, aplaties (*explanatæ*), subréticulées et de nouveau striées. L'aspect de ces étages varie, d'ailleurs, d'un versant des montagnes à l'autre.

Mentionnons aussi, relativement à la Hongrie, la *Géographie physique* de M. Jean Hunfalvy, qui donne les cotes de plus de 12.000 points et les coordonnées géographiques de plus de 2.000 points. On y trouvera une description géologique du pays et, en outre, des notions sur sa météorologie ainsi que sur sa géographie botanique et zoologique.

ITALIE.

LAC DE CÔME. — M. Stoppani (3) a fait connaître les relations qui, suivant lui, ont existé entre l'époque glaciaire et la période

(1) *Jahrb. d. k. k. g. R.*, XXIV, 333. — *Revue géol. suisse*, 1874, 27.
(2) Extrait du Rapport de M. E. Sauvage sur l'Exposition de géographie de 1875.
(3) *Revue géol. suisse*, 1874, 40.

tertiaire. On voit, à la Folla d'Induno ainsi qu'aux environs du lac de Côme, une association intime entre les argiles bleues pliocènes, riches en fossiles, et le terrain glaciaire. On peut observer des cailloux striés dans l'argile même. M. Stoppani explique cette association en admettant que les glaciers des Alpes s'avançaient, comme aujourd'hui les glaciers polaires, jusqu'au bord de la mer pliocène.

Près de Côme, au N.-E. de Fino, on a récemment découvert, à la base d'une moraine glaciaire, au milieu même des cailloux et des blocs, une faune pliocène très-abondante.

Les glaciers de cette époque, en barrant les vallées latérales, auraient formé des lacs nombreux, dont un occupait le bassin lignitifère de Leffe. Sur ses bords se développait une flore de région tempérée, formée de pins, noyers, châtaigniers, magnolias, avec une faune d'éléphants (E. meridionalis), de rhinocéros, de cerfs et de bœufs. Les sables du val d'Arno seraient ainsi contemporains du terrain glaciaire et indiqueraient le rivage de l'Adriatique à l'époque où ce terrain se déposait.

Comme nous l'avons vu précédemment, MM. Piette et Trutat sont arrivés, pour les Pyrénées, à des conclusions du même genre.

M. Desor (1) a confirmé, par ses observations sur le lac de Côme, les découvertes de M. Stoppani. Mais ces conclusions ont été fortement contestées par MM. Meyer, Alph. Favre et de Mortillet. Pour eux, l'intercalation des marnes subapennines dans le glaciaire est purement mécanique et la faune pliocène, dont le caractère tropical est bien accusé, n'a pu vivre dans des fjords visités par la glace.

Italie centrale.— M. Coquand (2), dans une note sur la géologie de l'Italie centrale, fait l'historique des discussions auxquelles les terrains de cette région ont donné lieu, et constate qu'il a définitivement obtenu gain de cause pour les cinq modifications importantes introduites par lui en 1845, dans la classification des couches de la Toscane, à savoir : 1° les marbres statuaires, reconnus comme *paléozoïques;* 2° le *calcare rosso*, représentant le *lias à gryphées* et le *lias moyen;* 3° l'attribution au *lias supérieur* des schistes bariolés et des jaspes stratifiés; 4° l'existence du *trias* en Toscane; 5° la reconnaissance des schistes cristallins comme *primaires.*

(1) *Revue géol. suisse*, 1874, 43.
(2) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 26.

CAUCASE.

M. Ernest Favre (1) a décrit la géologie de la partie centrale de la chaîne du Caucase. Le *granite* en forme l'axe : on trouve ensuite des roches cristallines, directement recouvertes par le terrain *jurassique* à fossiles du lias (Ammonites Thouarsensis) ou de l'oolithe (Amm. Murchisonæ, A. torulosus. A. Humphriesianus, A. tripartitus). Cette formation renferme des gisements de houille. Au-dessus vient une nouvelle série jurassique renfermant des formes calloviennes et bathoniennes (Amm. Parkinsoni, A. macrocephalus); puis une oolithe ferrugineuse à Belemnites hastatus et Amm. Jason; un calcaire compacte siliceux à Cidaris coronata; un calcaire cristallin à nérinées et à diceras; enfin un calcaire à ptérocères.

Le terrain *crétacé* montre les horizons suivants sur le versant nord de la chaîne : le néocomien avec Nautilus pseudoelegans, Ostrea Couloni, etc.; le gault à Belemnites minimus, Ammonites Milletianus, A. mammillaris, et la craie blanche à Inoceramus Cripsi et Ananchytes. Sur le versant méridional, le néocomien est sans fossiles et recouvert par l'urgonien; puis, après l'aptien et le gault, on trouve des calcaires à Belemnitella mucronata et Micraster coranguinum.

Le terrain *nummulitique* est peu représenté au Caucase. En revanche, la mer *sarmatique* y a laissé de riches dépôts.

AFRIQUE.

ALGÉRIE.

Iles du littoral nord-africain.—M. Vélain (2) a fait connaître la géologie des îles de la Méditerranée voisines du littoral africain. Sur les îles Zafarines, on observe des travertins rougeâtres avec des Helix qui vivent aujourd'hui sur la côte voisine. A l'île Rachsgoün, à côté d'un basalte, se trouvent des travertins contenant des espèces d'eau douce et terrestres qui toutes sont actuellement vivantes en Algérie. Le même phénomène a lieu à

(1) *Bibl. univ. de Genève. — Archives des sciences*, déc. 1874.
(2) *Comptes rendus*, LXXVIII, 70.

l'île Galite. Par suite, toutes ces îles ont dû être originairement réunies à la côte.

ORAN. — M. Bleicher (1) a étudié la distribution des polypiers dans les terrains *tertiaires* de la province d'Oran (*sahélien*, *helvétien* et *cartennien* de M. Pomel). Il les divise en 1° disséminés et plus ou moins brisés dans les marnes et les roches détritiques; 2° disposés en couches irrégulières ou récifs au milieu des marnes sableuses et des grès; 3° fixés encore sur les rochers où ils ont vécu.

ALGER. — M. Ludovic Ville, inspecteur général des mines, chargé de la centralisation du service de la carte géologique de l'Algérie, vient de terminer un travail sur les *puits artésiens* de la province d'Alger. Faisant la description géologique des bassins artésiens reconnus jusqu'à ce jour, M. L. Ville étudie tous les sondages exécutés depuis la conquête jusqu'à la fin de 1875; il établit ensuite, pour chaque bassin, les conséquences qui se déduisent des puits creusés. M. L. Ville a aussi envoyé à l'Exposition de Géographie une carte géologique manuscrite de la province d'Alger qui est à l'échelle du 400.000°.

CONSTANTINE. — La province de Constantine a été étudiée par M. Tissot (2), qui vient de même d'en dresser une carte géologique à l'échelle du 400.000°. La légende distingue des terrains tertiaires, des terrains crétacés et jurassiques, subdivisés en étages nombreux; des schistes talqueux, du gneiss, des trapps, trachytes, porphyres, granites, etc.

M. Tissot a également exécuté la carte géologique au 400.000° du cercle de Bou-Saada, avec quelques régions voisines, comprenant la surface qui s'étend de 0°35' à 2°45' de longitude Est et de 33°33' à 36° de latitude. C'est une partie méridionale des provinces d'Alger et de Constantine. Les terrains tertiaires et crétacés qui couvrent cette région ont été subdivisés en de nombreux étages.

Enfin M. Tissot a fait aussi quatre cartes géologiques, à l'échelle de 1.400.000°, qui sont encore manuscrites et représentent: le versant nord-ouest de l'Aurès; la partie nord-ouest de la subdivision de Batna; le versant sud-est de l'Aurès; les hauts plateaux sahariens dans l'ouest de la province de Constantine. Ces diverses régions sont situées dans la portion méridionale de la province de Constantine et en forment la majeure partie.

---

(1) *Bull. Soc. géol.* [3], III, 284.
(2) Sauvage : *Rapport sur l'Exposition internationale de géographie.*

La chaîne de l'Aurès est située au sud de Batna; la carte des hauts plateaux s'étend au sud jusqu'à l'Oued Iteb. La topographie est faite d'après des renseignements fournis par l'autorité militaire, ou dus à l'obligeance du commandement. Le relief du sol est figuré par des courbes de niveau.

Toute cette région est occupée par des terrains quaternaires, tertiaires, crétacés et jurassiques supérieurs. Ces derniers sont subdivisés en étages, caractérisés par leurs fossiles. Sur la carte des hauts plateaux, tous les terrains post-pliocènes sont indiqués par une seule couleur. Dans l'Aurès, les diverses couches sont très-entremêlées et n'affleurent qu'en bandes étroites.

Une légende générale et détaillée accompagne les cartes de M. Tissot et donne la correspondance des étages, indiqués sur les diverses cartes, entre eux et avec les terrains européens.

ABYSSINIE.

M. de Tribolet (1) a étudié une collection de minéraux et de roches recueillie dans la partie nord de l'Abyssinie, par M. Traub. Il y a reconnu les espèces suivantes : Pegmatite, Anamésite, Basalte amygdalaire, Malachite, Biotite, Hématite, Desmine, Prehnite, Sphérosidérite. Ces indications complètent et rectifient, sur certains points, les données fournies par la carte de M. Blanford (2).

ASIE.

OURAL.

M. Toula (3) a dressé la *carte géologique* de la partie moyenne et métallifère de la *chaîne de l'Oural*. Il a tracé les divisions suivantes :

1. Quaternaire et tertiaire.
2. Trias, marnes et grès avec traces de plantes.
3. Formation permienne. Grès cuprifère à plantes fossiles, calcaire, gypse.
4. Terrain houiller, calcaire carbonifère supérieur, calcaire à fusulines, grès à Stigmaria, calcaire à Productus gigas, grès et quartzite sans fossiles.

(1) *Soc. des sc. nat. de Neuchâtel*, 20 déc. 1874.
(2) *Revue de géologie*, XI, 179,
(3) *Neues Jahrbuch*, 1874, 980.

5. Dévonien. — Calcaires cristallins à Tentaculites et à Goniatites retrorsus. — Calcaires argileux à Cyathophyllum cæspitosum, Spirigera reticularis, Spirifer disjunctus

Quartz, grès, schiste argileux et conglomérat sans fossiles.

6. Silurien. Calcaire à Favosites Gothlandica, Pentamerus Baschkiricus.
7. Schistes cristallins.
8. Granite et syénite.
9. Grünsteins (diorite, porphyre dioritique, porphyre augitique, hypérite, serpentine).

SIBÉRIE.

M. Belt (1) a étudié la constitution géologique des steppes sibériennes; on y observe surtout du sable et de l'argile. Les affleurements du sous-sol rocheux sont jonchés de débris, mais ne présenteraient aucun signe de l'action glaciaire. L'auteur pense que la mer n'a joué aucun rôle dans la formation de ces immenses plaines, où d'ailleurs on ne trouve aucune coquille marine, tandis qu'on y rencontre la Cyrena fluminalis. Dans son opinion, les glaces qui descendaient autrefois du pôle Nord, ont dû former une barrière contre laquelle les rivières venant du Sud s'arrêtaient en formant un lac d'eau douce. A mesure que les glaces se retiraient, l'étendue de ce lac, vers le Nord, augmentait.

TURKESTAN.

La Société géologique de Londres a reçu communication d'un mémoire de feu M. de Stoliczka, sur une exploration faite par lui dans les montagnes du Thian-Shan (Turkestan), depuis Kashgar jusqu'au lac Châderkul, situé sur la frontière russe (2).

L'auteur a traversé trois chaînes principales. La première, ou chaîne d'Artush, est formée de sables et d'argiles appartenant au *tertiaire supérieur*. La seconde, ou chaîne de Kokan, est formée sur son versant méridional, de sédiments anciens, tandis que son versant Nord est occupé par des *roches basaltiques* et des dépôts stratifiés avec fossiles d'apparence triasique. La troisième chaîne, dite de Terek-tagh, consiste en sédiments anciens, principalement de nature calcaire.

On doit au même savant quelques détails sur la route d'Yarkund à Shahidulla. Cette région présente des *roches métamorphiques*, des dépôts à fossiles *carbonifères*, des grès calcaires et des marnes glauconieuses d'âge *crétacé*. Le *loess* s'y rencontre dans quelques vallées.

(1) *Geol. Society*, 10 juin 1874.
(2) *Geol. Society*, 24 juin 1874.

INDE.

Les dépôts avec plantes fossiles de l'Inde ont été étudiés par M. Blanford (1). Il paraîtrait que ces dépôts forment une série continue depuis le commencement de l'époque *permienne* jusqu'à la fin de la période *jurassique*. L'auteur pense que, pendant le dépôt du terrain permien, l'Inde, l'Afrique méridionale et l'Australie étaient unies par un continent et que cette liaison, du moins pour l'Inde et l'Afrique, a persisté jusqu'à la fin de l'époque miocène. La position de cet ancien continent serait jalonnée par une ligne de récifs coralliens qui existe dans la mer Arabique.

JAPON.

Ile d'Yesso. — M. W. P. Blake (2) a donné quelques détails sur la géologie de l'île d'Yesso. Les *formations volcaniques* en sont le trait dominant. La plupart des volcans de l'île peuvent être considérés comme éteints, ou du moins comme réduits à la condition de solfatares. Mais, il y a peu d'années, l'un des cônes voisins d'Hakodadi avait encore de violentes éruptions de pierre ponce et de cendres. A l'époque tertiaire ou post-tertiaire, l'activité volcanique de l'île a dû être considérable, car on y trouve presque partout un conglomérat bréchiforme, constitué par des fragments de trachytes, de laves et de scories.

Le noyau de l'île d'Yesso est formé par des *roches granitiques et métamorphiques*, qui sont aurifères, et assez disloquées. On observe aussi une série de schistes et de calcaires avec minerais de plomb, qui pourrait appartenir au terrain *carbonifère*, à en juger par une empreinte plus ou moins nette de calamite. Des fossiles *jurassiques* ou *crétacés* ont été recueillis dans l'est de l'île. Enfin on observe encore des dépôts marins *tertiaires* ou *post-tertiaires* dont les fossiles peuvent à peine être distingués des mollusques qui vivent actuellement sur les côtes.

Ces observations de M. Blake datent de 1862. Actuellement il existe à Yesso une commission géologique composée de Japonais placés sous la direction d'un géologue américain, M. Smyth Lyman, assisté de son compatriote M. Munroe. Le premier rapport de cette commission vient de paraître et fait bien augurer de son

(1) *Geol. Society*, 16 décembre 1874.
(2) *Geol. Mag.*, 1874, 464.

avenir. M. Lyman annonce la publication de cartes où non-seulement la topographie extérieure, mais encore l'allure souterraine des formations géologiques seront représentées par des courbes horizontales. Plusieurs systèmes de plissements ont été reconnus dans l'île et sont, dès à présent, appliqués par M. Lyman à la classification des terrains.

CHINE.

M. l'abbé David (1) a recueilli à Tinkiako, dans le Shensi, des végétaux fossiles dans une couche de houille. L'examen de ces végétaux, fait par M. Brongniart, a montré qu'aucun d'eux n'appartenait à l'époque houillère. Ils se rapprochent, au contraire, beaucoup de la flore *jurassique* de Scarborough.

Cependant le terrain *carbonifère* existe en Chine. M. P. Fischer (2) en a reconnu les fossiles dans une collection rapportée de Leán-Chan par M. David et M. Bayan (3), en examinant des échantillons du Yang-Tsee-Kiang, envoyés par Francis Garnier à M. Delesse, a distingué les Spirifer lineatus, Athyris ambigua, Productus costatus, Bellerophon tangentialis.

OCÉANIE.

SAINT-PAUL ET AMSTERDAM.

Comme M. de Hochstetter, M. Vélain (4) a étudié, dans l'Océan indien, la géologie des îles Saint-Paul et Amsterdam.

L'île Saint-Paul, entièrement volcanique et dépourvue de végétation, laisse aperçevoir dans l'ordre de ses roches trois périodes d'éruption : la première, caractérisée par des roches acides et vitreuses, telles que les *ponces* et les *obsidiennes* ; la seconde, riche en produits basiques, *dolérites*, *basaltes* et *laves* ; enfin l'époque actuelle, qui a débuté par des *phénomènes geysériens* intenses, avec dépôt de silice, tandis que l'activité volcanique subissait un ralentissement notable, car maintenant elle ne se traduit plus que par des *sources thermales*.

(1) *Bull. Soc. géol.* [3], II, 406.
(2) *Ibid.*, 409.
(3) *Ibid.*, 409.
(4) *Comptes rendus*, LXXX, 998.

L'île Amsterdam est également volcanique, mais toute activité éruptive y a disparu. On y observe des *laves*, des chaussées *basaltiques*, des *trachytes* et des cônes de *scories*. La végétation y est abondante.

Toute faune terrestre ou ancienne fait absolument défaut sur ces deux îles, ce qui prouve combien leur formation est relativement récente.

SUMATRA.

On doit à M. Verbeek (1) une description géologique de la partie centrale de l'île de Sumatra. Les plus anciennes roches sont des *granites* et des *syénites*. On trouve ensuite des formations *carbonifères* ou permiennes, avec fusulines, contenant aussi des tiges d'encrines d'apparence triasique. Ces terrains ont été traversés par des épanchements de porphyres et de grünsteins, après lesquels on ne trouve plus que des dépôts *tertiaires*, formant trois groupes : 1° à la base, brèches, conglomérats, arkoses et schistes; 2° grès, argiles et houille avec débris de plantes et de poissons; 3° grès marneux à operculines; 4° calcaire à polypiers et orbitoïdes.

D'après les déterminations de MM. Rupert Jones, Geinitz, Heer, la série *tertiaire* de Sumatra appartient probablement tout entière à l'*éocène*. Les poissons ont leurs analogues dans l'éocène de Glaris et dans le sénonien de Westphalie. Les plantes sont plutôt miocènes, mais les oursins se rapportent aux types des Prenaster Alpinus et Periaster subglobosus de l'eocène suisse.

Enfin la période *tertiaire* à Sumatra s'est terminée par des épanchements de *trachytes* appartenant à deux âges : les uns, *andésites*, en massifs ; les autres, mélange d'*andésites*, de *rétinites*, d'*obsidiennes* et de *ponces*, en volcans à cratères.

VICTORIA.

M. Brough Smyth (2) a étudié les gisements de charbon de terre de la colonie de Victoria, dont aucun ne paraît encore susceptible d'exploitation. La flore de ces gisements a un facies *mésozoïque;* d'un autre côté, dans la Tasmanie, dans la Nouvelle-Galles du Sud et dans le Queensland, la faune marine associée à cette même flore appartient au type *paléozoïque*.

(1) *Geol. Mag.*, 1875, 477.
(2) *Geological Survey of Victoria*, Melbourne, 1874.

NOUVELLE-ZÉLANDE.

M. F. W. Hutton (1) a résumé dans le tableau suivant la classification des terrains de la Nouvelle-Zélande.

Pleistocène.	Alluvions.	Dinornis, Mactra rudis.
Pliocène récent. . . .	Formation de Wanganui.	Pleurotoma Wanganuiensis, Chione assimilis.
Miocène supérieur. .	Formation de Parcora. . . (avec couches de houille.)	Buccinum Robinsoni, Cerithium rugatum. Chione vellicata, Corbula dubia, Turritella bicincta.
Miocène inférieur. .	Formation d'Ahuriri. . . .	Turbo superbus, Cardium spatiosum, Crassatella ampla, Ostrea ingens.
Éocène supérieur. . .	Formation d'Oamaru. . . (avec houille.)	Panopœa plicata, Pleurotoma hebes, Scalaria rotunda, Pecten Hochstetteri, Waldheimia gravida, Schizaster rotundatus.
Crétacé supérieur. . .	Formation de Waipara. . (avec houille.)	Plesiosaurus, Belemnitella, Inoceramus Haastii, Plantes dicotylédones.
Jurassique moyen. . .	Formation de Putataka. . (avec houille.)	Belemnites Aucklandica, Astarte Wallumbillaensis, Tæniopteris, Alethopteris.
Jurassique inférieur.	Formation de Maitai. . .	Ichthyosaurus, Inoceramus, Spirifera.
Trias.	Formation de Wairoa. . .	Monotis salinaria. Halobia Lommeli.
Paléozoïque.	Formation de Kaikoura. .	Orthis. Polypiers.
	Formation de Tuamarina.	Orthoceras.
	Formation de Wanaka. .	Entièrement composées de schistes cristallins.
	Formation de Manipori. .	

AMÉRIQUE.

ÉTATS-UNIS.

Une *Carte géologique des États-Unis et du Canada* a été publiée par M. le professeur Frank H. Bradley (2). Cette carte, sur laquelle les terrains sont représentés simplement par des hachures noires, est spécialement destinée aux étudiants. Les divisions adop-

(1) *Geol. Mag.*, 1874, 515.
(2) Ivison à New-York.

tées sont celles du *Manuel de géologie* de M. Dana, mais les principales ont seules été conservées; toutefois le silurien inférieur est distingué du silurien supérieur, le sous-carbonifère du carbonifère et du permien. Le huronien du Canada a d'ailleurs été réuni au silurien. Pour dresser sa carte, M. Bradley a eu recours aux travaux des géologues d'États et surtout à ceux du professeur C. H. Hichcock, ainsi qu'à la carte géologique qu'il a faite avec M. W. P. Blake pour l'*Atlas économique* de Walker.

Montagnes Rocheuses.—Nous avons parlé à diverses reprises (1) des découvertes de mammifères faites par M. Marsh dans les terrains tertiaires des Montagnes Rocheuses. Il ne paraîtra pas inutile de donner un rapide aperçu des conditions géologiques de ces dépôts (2).

Le premier bassin découvert est celui de la rivière Verte, bordé au sud par les monts Uintah. Il est *éocène*, d'eau douce, presque horizontal et reposant en discordance sur les dépôts crétacés avec couches de houille. Son épaisseur dépasse 2.000 mètres. On y a trouvé 150 espèces de vertébrés. Un second lac, plus grand, existait à l'époque éocène au sud des monts Uintah. La faune de ces lacs indique un climat tropical par le grand développement des mammifères tapiroïdes, des singes, crocodiles, lézards et serpents.

Le bassin *miocène* de la rivière Blanche paraît s'être étendu du 40e au 44e parallèle. L'épaisseur des couches est de 100 mètres. Sa faune indique un climat beaucoup moins tropical que celui du bassin éocène. Un autre lac miocène existait sur le versant du Pacifique, près du milieu de l'État d'Orégon.

Enfin, un très-grand lac *pliocène* a recouvert ultérieurement la partie orientale du bassin miocène en s'étendant beaucoup plus loin à l'est et au sud. L'épaisseur des couches atteint 500 mètres; elles sont horizontales et leur faune indique un climat chaud tempéré. Les mammifères les plus communs sont les mastodontes, les rhinocéros, les chameaux et les chevaux; ces derniers sont surtout abondants.

Territoires de l'Ouest. — Des cartes géologiques, comprenant le parc national du Yellowstone ainsi que certaines parties du territoire de Montana, du Wyoming et de l'Idaho, ont été pu-

(1) *Revue de géologie*, X, 188; XI, 133.
(2) Voir *American Journal*, IX. — *Geol. Mag.*, 1875, 232.

bliées récemment par M. F. V. Hayden, secondé par MM. Peale et Bradley. Les relevés topographiques ont été faits par MM. Bechler et Burck. Les régions explorées se trouvent comprises entre le 43e et le 46e degré de latitude et sont traversées par les rivières Yellowstone, Madison, Gallatin, Snake. Elles sont très-accidentées et montrent des terrains variés.

Vers la base, on a rencontré des *roches granitiques* qui sont recouvertes successivement par le *silurien*, le *carbonifère*, le *triasique*, le *jurassique*, le *crétacé*, surmonté par des lignites et par le *tertiaire*. Les *roches volcaniques* occupent une grande étendue dans toute la région du Yellowstone. Les *sources minérales* et *thermales* y sont également très-nombreuses et il est à remarquer que beaucoup d'entre elles rejettent de la boue et donnent même lieu à des dépôts puissants d'*argile geysérienne*.

Dans un important rapport sur l'exploration géologique des territoires de l'Ouest, M. F. V. Hayden (1) fournit d'intéressants détails sur la contrée du Yellowstone, ainsi que sur les sources chaudes du Colorado, de l'Utah et de la rivière Snake.

Ce rapport comprend aussi un travail de M. Lesquereux sur la formation lignitifère et sur la flore fossile des montagnes Rocheuses et en outre des études paléontologiques de MM. Meek et Cope, ce dernier s'étant surtout occupé des mammifères tertiaires du Wisconsin.

GÉOLOGIE AGRONOMIQUE.

Dans un ouvrage spécial sur la *terre végétale*, M. Stanislas Meunier (2) recherche de quoi elle est faite, comment elle se forme, comment on l'améliore, et s'occupe spécialement de géologie agricole.

M. St. Meunier définit, dans la première partie de cet ouvrage, les principaux éléments qui composent la terre végétale : le sable, l'argile, le calcaire et l'humus ; il donne la classification des terres végétales et les méthodes à employer pour leur analyse ; puis il passe en revue les différents types de terres. Dans la seconde partie, il étudie le mode de formation des terres végétales, et dans

(1) *Sixth annual Report of the U. S. Geol. Survey of the Territories*, 1873.
(2) Rothschild, Paris, 1875.

la troisième partie, les méthodes d'amélioration soit par les amendements, soit par les engrais, en s'appesantissant principalement sur les engrais minéraux, et surtout sur le plâtre et les phosphates.

Une carte agricole de la France, dressée par M. Delesse et de laquelle il sera parlé plus loin, est jointe à l'ouvrage de M. Stanislas Meunier.

— Diverses *études géologiques et agronomiques* ont été faites par M. le professeur Albert Orth, de Berlin. Signalons, en particulier, ses tableaux qui figuraient à l'Exposition de Géographie et donnent pour l'Allemagne du Nord des coupes bien précises du terrain de transport. Destinés à l'enseignement dans les écoles primaires, ils sont à l'échelle du dixième; ils représentent avec netteté les relations du sol et du sous-sol, qui souvent diffèrent beaucoup sur des points très-rapprochés, et lorsqu'il s'agit du même terrain géologique. On peut déduire de ces tableaux un grand nombre de données sur l'amélioration de la terre végétale, ainsi que sur le choix de ses engrais et de ses cultures.

M. Orth a publié aussi une carte géologique et agronomique des environs de Rudersdorf. Prenant pour base la carte géologique de M. Eck, il y a ajouté des légendes qui sont inscrites en rouge et qui font connaître en décimètres les épaisseurs des couches composant sur divers points le sol et le sous-sol. La qualité de la terre végétale dépend, comme on sait, de la nature minéralogique, de la perméabilité, ainsi que de l'épaisseur de ces couches.

D'après le système de notation qui a été adopté par M. Orth, il est possible de représenter à la fois l'agronomie et la géologie sur une seule carte, non-seulement lorsqu'elle est à l'échelle du 5.000e, mais même à l'échelle du 25.000e ou à une échelle encore moindre.

Enfin, M. le professeur Albert Orth (1) a fait paraître, il y a quelques années, une étude agronomique sur la partie de la Silésie comprise entre les montagnes Zobten et Trebnitz. Cet ouvrage contient en outre les analyses d'un grand nombre de sols et de roches décomposées; il donne particulièrement les recherches faites dans plusieurs stations agricoles de l'Allemagne, sur la composition des dépôts actuels, ainsi que des terres végétales.

Devonshire. — M. J. Buckman (2) a montré les rapports qui

(1) *Geognostische Durchforschung des Schlesischen Schwemmlandes zwischen dem Zobtener und Trebnitzer Gebirge*, etc. Berlin, 1872.
(2) *Agricultural Society*; 1873.

existent entre la constitution géologique du comté de Devon et son agriculture.

Belinois. — Dans le département de la Sarthe, il existe une sous-région naturelle, nommée le *Belinois*, dont l'étude a été faite par M. A. Guillier (1). Comme le Pays de Bray, elle correspond à une sorte de boutonnière ; mais cette dernière est dirigée du nord-est au sud-ouest, et n'a pas plus de 20 kilomètres de longueur. Le relèvement qui a produit la boutonnière a fait apparaître des calcaires argileux, bleuâtres, alternant avec de l'argile sableuse, et appartenant à l'étage oxfordien ; cet étage oxfordien, qui constitue presque tout le *Belinois*, donne un sol argilo-calcaire, assez perméable, fertile et très-propre à la culture du chanvre, ainsi que des céréales. Sur les bords de la boutonnière, le sable cénomanien ferrugineux (*Roussard*) forme des falaises, puis de petits plateaux qui présentent un sol siliceux très-perméable, occupé surtout par des landes et par des sapinières ; le seigle s'y récolte seulement dans les meilleures parties. En résumé, le *Belinois* offre une sorte d'oasis entourée par un désert de sable, ce qui s'explique très-bien d'après son orographie et d'après sa constitution géologique.

Vouziers. — Une statistique agronomique de l'arrondissement de Vouziers, accompagnée d'une carte géologique agronomique, à l'échelle du 40.000e, a été publiée par MM. Meugy et Nivoit. On trouvera dans cet ouvrage un grand nombre de données sur la composition des eaux superficielles et souterraines, en sorte qu'il est facile d'apprécier les variations que les eaux présentent avec les terrains sur lesquels elles coulent. La composition chimique des différents étages géologiques de l'arrondissement, a également été déterminée aussi bien que celle des terres végétales qui les recouvrent. Mentionnons encore diverses études sur les cultures et sur les engrais, et en outre une description des communes de l'arrondissement.

Pour les analyses, qui sont très-nombreuses, les auteurs ont été secondés par MM. Létrange et Thomas.

Mende. — M. Fabre (2) a exécuté une carte géologique, minéralogique et agronomique du canton de Mende. Ce canton présente une région constituée par des plateaux de calcaire jurassique,

(1) *Société d'agriculture, sciences et arts de la Sarthe*, 1875.
(2) Grosjean : *Revue des Eaux et Forêts*, octobre 1874, 367.

ayant une altitude moyenne de 900 mètres, dominés et enserrés par les hauts massifs cristallins de la Boulaine (micaschiste), de la Margeride et du mont Lozère (granite); du côté de l'Ouest, les plateaux calcaires s'abaissent lentement vers le département de l'Aveyron, et constituent la remarquable région naturelle dite des *Causses*, qui imprime une physionomie si spéciale à cette partie de la France.

Les plateaux de calcaire jurassique, couronnés par des escarpements verticaux et ruiniformes de dolomie, sont coupés par les vallées profondes de la rivière du Lot et de l'un de ses affluents torrentiels, le Bramont; ils dominent, d'une hauteur de 300 mètres, deux régions accidentées et caractérisées par le terrain liasique, savoir : les environs de Mende et le Valdonnez.

Cette constitution géologique s'affirme par des formes orographiques particulières et de plus par la distribution des cultures qui en est la conséquence.

Les deux régions liasiques sont des terres à froment généralement fertiles. Les *Causses* (calcaires et dolomies de l'oolithe) sont dénudés sur leurs pentes abruptes et, pour ainsi dire, stériles sur leurs plateaux. La région schisteuse de la Boulaine est essentiellement forestière, malgré l'extension outrée de la culture du seigle. Quant aux régions granitiques qui devraient allier la culture pastorale à celle des forêts, elles présentent généralement des surfaces dénudées par la culture extensive du seigle.

Les forêts font absolument défaut sur les calcaires et sur les dolomies de l'oolithe inférieure, roches perméables, d'une nudité et d'une aridité exceptionnelles. D'un autre côté, sur les granites et sur les schistes cristallins, terrains essentiellement imperméables et ravinés, les forêts occupent à peine le vingtième de la superficie, tandis qu'elles devraient en recouvrir les deux tiers.

Valais. — Les *Brisés* du Valais, que les géologues de la Suisse désignent sous le nom de *schistes gris* ou *lustrés*, sont très-répandus dans les Alpes, principalement dans les Grisons et sur la rive gauche du Rhône, jusqu'à la vallée d'Aoste; on les emploie beaucoup comme amendement dans le vignoble de Sion et d'après M. E. Risler (1), un échantillon-type de cette roche présente la composition suivante :

(1) *Journal de la Société d'agriculture de la Suisse romande*, 1875.

HUMIDITÉ.	EAU COMBINÉE, matières organiques et perte.	PARTIE attaquable par l'eau régale.								PARTIE inattaquable par l'eau régale.	
		Al^2O^3	Fe^2O^3	MgO	CaO	NaO	KO	PO^5	CO^2	Totale	KO inattaquable.
0,06	1,31	0,60	1,34	0,46	13,95	0,06	0,09	0,08	11,28	70,78	2,19

La valeur fertilisante des *brisés* n'est pas due seulement, d'après M. E. Risler, à la potasse qu'ils renferment, car beaucoup de terres ordinaires contiennent autant de potasse attaquable que l'échantillon analysé, mais principalement à leur action physique. Leurs surfaces brillantes, réfléchissent au-dessus d'eux et renvoient aux raisins, la chaleur qu'ils reçoivent du soleil, tandis qu'ils conservent au-dessous d'eux l'humidité dont ils empêchent l'évaporation.

On a observé enfin que là où l'on recouvre une vigne d'environ $0^m,3$ d'épaisseur de *brisés*, la récolte devient très-abondante pendant une ou deux années. Du reste, pour des terres très-argileuses, les effets physiques peuvent se prolonger; en effet, par suite de cet apport de fragments pierreux, elles deviennent alors plus perméables.

Les *brisés* du Valais sont donc moins un engrais qu'un amendement, qui est d'ailleurs très-lourd, relativement à sa valeur.

FRANCONIE.—MM. Hilger et Fr. Nies (1) ont constaté que, dans la basse Franconie, aux environs de Wurzbourg, le *Röth*, argile rouge qui forme la partie supérieure du grès bigarré, se montre très-favorable à la culture de la vigne. Près de Thungersheim, où il y a de la vigne sur le muschelkalk, on a même soin d'y apporter du *Röth*. Cette pratique et la répartition habituelle de la vigne sur le *Röth*, s'expliquent naturellement, par la richesse de cette roche argileuse en acide phosphorique et en potasse. Elle est d'ailleurs analogue à celle de laquelle nous venons de parler, et qui, dans le Valais, fait améliorer les vignes en y ajoutant les *Schistes lustrés*, connus sous le nom de *Brisés*. Elle est analogue encore à celle qui utilise le schiste ardoisier comme engrais pour les vignes, selon l'usage adopté à Huy en Belgique. Dans ces différents pays, l'argile et les schistes répandus sur les terres servent à la fois d'engrais et d'amendements.

Influence du sol sur le rendement des forêts.

Un forestier bavarois (2) a recherché quel est l'accroissement

(1) *Mittheil. a. d. agricult. Laborat. zu Würzburg.*
(2) *Beilage zur Allgemeinen Zeitung*, 2 février 1875. Augsbourg.

annuel des arbres des forêts, lorsque, se développant dans des conditions identiques, ils se trouvent sur des formations géologiques différentes. Pour une rotation de 120 années, il estime que la production annuelle du bois, sur un hectare de diverses roches, est la suivante :

	mèt. cub.		mèt. cub.
Gneiss	8,00	Grès bigarré	3,76
Granite	7,80	Muschelkalk	6,44
Schistes primitifs (Urthonschiefer)	2,66	Keuper argileux	4,58
— argileux	6,99	— sableux	1,93
Grès rouge (Rothliegende)	4,54	Sable meuble	0,42

C'est sur les sols sableux, dépourvus d'argile, que la production du bois est de beaucoup la plus faible.

Ces résultats montrent bien que la carte géologique d'un pays fournit d'utiles notions sur son agriculture, et il serait à désirer que l'Administration des Forêts fît évaluer la production correspondante à chaque terrain dans les différentes régions de la France.

Il est à remarquer d'ailleurs que les données précédentes sont comparables, seulement lorsqu'on considère une même essence d'arbres soumise au même mode d'exploitation, toutes les autres conditions physiques, hydrologiques et climatologiques restant en outre les mêmes. Car, ainsi que l'a constaté M. Clavé, le chêne s'accommode très-bien d'un sol argileux, tandis que le hêtre y languit; par contre, ce dernier végète parfaitement dans les sols calcaires et peu profonds qui ne conviennent pas au chêne. Enfin, les pins sylvestres, et surtout les pins maritimes, poussent avec vigueur sur les sables les plus pauvres, tels que les sables moyens et supérieurs du Bassin parisien et les sables des dunes ou des landes de Gascogne; de plus ils transforment ces sables en une terre végétale assez riche pour qu'on puisse ensuite y cultiver des chênes.

Cartes agricoles.

Différents systèmes ont été employés pour représenter, au moyen de cartes, la répartition des richesses agricoles d'un pays. Dans le système qu'il a suivi, M. Delesse (1) s'est basé plus spécialement sur le revenu des terres, et il a cherché à en faire l'application à la France.

Si l'on veut connaître, par l'expérience, le revenu de la terre dans un pays, il devient nécessaire de déterminer, par des pesées ou par des mesures directes, les récoltes qui sont fournies, chaque

(1) *Bulletin de la Société de géographie*, de 1874.

année, par un hectare des différentes cultures; mais à ces cultures correspondent des récoltes très-dissemblables, car les terres arables donnent des céréales et des plantes alimentaires ou industrielles, les vignes fournissent des vins, les prés des fourrages, les bois des produits qui servent au chauffage et aux constructions; aussi, pour parvenir à comparer toutes ces récoltes entre elles, faut-il nécessairement les ramener à une commune mesure, c'est-à-dire estimer, en définitive, leur valeur en argent.

On voit donc que le revenu net rapporté par une terre donne sur sa valeur une notion beaucoup plus précise que ne pourrait le faire l'analyse chimique la plus complète, en sorte qu'il doit naturellement servir de base à l'établissement d'une carte agricole. C'est d'après ces principes que M. Delesse a exécuté la *Carte agricole de la France* qui est jointe à ce volume.

France. — Les évaluations du revenu, pour les différentes cultures, ont été prises dans un important travail de statistique agricole, exécuté par l'Administration des Contributions Directes. Les nombreux agents de cette Administration, qui en ont été chargés, l'ont basé sur des enquêtes spéciales qui ont eu lieu dans chaque commune. De plus, les chiffres qu'ils ont trouvés dans ces premières enquêtes ont été soumis à plusieurs révisions et contrôlés, successivement, dans les chefs-lieux de canton, d'arrondissement et de département. Le soin apporté à leur détermination était d'autant plus grand que, d'après l'Assemblée nationale, ils devaient ensuite servir de base à une répartition plus équitable de l'impôt foncier. Bien que les chiffres adoptés aient subi des variations très-notables depuis cette époque, et bien que, dans les détails, ils pussent être entachés d'inexactitude, ils méritent donc confiance; du reste, actuellement, on ne possède pas de données plus complètes sur le revenu territorial de la France.

Chacune des cultures a d'abord été représentée par une couleur conventionnelle distincte; puis elle a reçu des nuances d'autant plus foncées qu'elle donnait un revenu plus considérable.

Mais, pour graduer ces nuances méthodiquement, il fallait commencer par tracer les courbes d'égal revenu. C'est ce que l'on a fait en étudiant les chiffres du revenu, et en tenant compte à la fois de la forme présentée par le canton et du tracé de ses limites. En outre, on a eu égard à l'altitude et à la composition minéralogique de la terre, qui exercent une influence si grande sur sa fertilité et, par suite, sur son revenu.

Si l'on considère d'abord les terres arables qui occupent la plus grande surface sur notre sol, elles sont soumises à une culture essentiellement variable, et leurs produits changent chaque année; toutefois, il est possible d'évaluer en argent leurs revenus moyens annuels. Les chiffres qui les représentent, dans les cantons, ont permis de tracer les courbes correspondant aux revenus annuels de 20, 40, 60, 80, 100 et 120 francs par hectare.

Maintenant les bois, les prés, les vignes, occupent des surfaces beaucoup moins étendues que les terres arables; de plus, ce sont des cultures qui restent les mêmes pendant un certain nombre d'années et sont relativement permanentes. Prenant pour base les chiffres de leur revenu moyen annuel, on a tracé, de la même manière, les courbes d'égal revenu qui leur correspondent. Ensuite, chacune de ces cultures a été représentée par des couleurs conventionnelles dont les nuances ont été graduées, d'après les revenus, et circonscrites aux limites données par les diverses courbes.

Il importe, d'ailleurs, d'observer que les cotes des courbes indiquent seulement le revenu moyen; en sorte qu'entre deux courbes consécutives on peut très-bien trouver un revenu supérieur ou inférieur. On sait aussi que le revenu de la terre varie beaucoup, non-seulement dans une même commune, mais encore sur des points très-rapprochés.

La *Carte agricole* de M. Delesse, qui se trouve à la fin de ce volume, est une réduction au 4.000.000e de celle sur laquelle les études ont été faites d'après la méthode qui vient d'être exposée; elle a été dessinée par M. Al. Babinski. Malgré la petitesse de son échelle, elle montre d'une manière assez simple et bien propre à frapper les yeux, comment sont réparties les richesses agricoles de la France (1).

Les causes qui peuvent influer sur le revenu de la terre étant extrêmement complexes, il convient de les étudier séparément, afin de se rendre bien compte des effets qui sont produits par chacune d'elles; en se bornant aux principales, on distinguera spécialement le climat et la nature de la terre, son humidité, son épaisseur, sa pente et ses conditions économiques.

Sans entrer dans des détails relativement aux différentes cul-

(1) Sur la carte, les chiffres représentant le revenu actuel de l'hectare de terres arables sont inscrits en noir et à côté des courbes correspondantes; mais il y a aussi un certain nombre de chiffres isolés qui sont également en noir, un peu plus gros que les précédents et qui indiquent, en centimètres, la hauteur annuelle de pluie tombant au point où ils sont marqués.

tures, indiquons seulement, d'après la *Carte agricole de la France*, comment sont réparties les terres qui donnent le plus grand ou le plus petit revenu.

Les terres dont le revenu est le plus grand occupent le fond des bassins hydrographiques; elles s'étendent dans les vallées comme celles de la Limagne et du Grésivaudan ; elles bordent les rivières et les cours d'eau, s'élargissant avec les vallées et elles augmentent vers les confluents; elles se développent surtout vers la partie inférieure et moyenne des grands fleuves, notamment le long de la Seine et de l'Oise, du Rhône, de la Saône et de l'Ardèche, de la Garonne, de la Loire, du Rhin. Elles bordent aussi certaines côtes maritimes, comme celles de la Provence, du Languedoc, du nord de la Bretagne. Elles couvrent des plaines comme celles de Caen, de la Flandre, du Hainaut, de l'Artois, de l'Ile-de-France, de l'Alsace, de Mâcon, d'Avignon, de Nîmes, de Montpellier, de Toulouse et de la Guienne; de plus, elles se retrouvent sur certains plateaux peu élevés, comme le pays de Caux, la Picardie, la Beauce, la Brie, ou bien sur des collines ayant une altitude et une inclinaison moyennes, comme celles de la vallée d'Auge, du pays de Bray et du Vivarais. Enfin elles forment des zones concentriques et à revenu décroissant autour des centres de population, surtout autour de Paris, de Lyon et de Clermont en Auvergne.

Les terres dont le revenu est le plus petit occupent, au contraire, les parties les plus élevées ; elles longent les flancs des collines ou des montagnes qui ont de fortes pentes; elles s'étendent, en général, sur les régions montagneuses. En particulier, elles suivent les parties hautes et inclinées des Alpes, des Cévennes et du Plateau central. Dans ce dernier plateau, elles envahissent largement le Limousin, la Marche, le Bourbonnais, la Margeride, le Rouergue et la montagne Noire.

D'un autre côté, des terres donnant un faible revenu couvrent aussi des régions montagneuses peu élevées; elles s'étendent, par exemple, sur un sol granitique, comme le Morvan, ou bien sur un sol schisteux et granitique, comme l'intérieur de la Bretagne et de la Vendée; elles s'étendent, également, sur un sol calcaire, comme les plateaux des Causses et du haut Poitou, les collines jurassiques entre les sources de la Seine et de l'Ornain. Enfin elles occupent encore des plaines peu élevées dans lesquelles le sol est tantôt argileux, comme dans la Dombes, tantôt plus ou moins sableux, comme dans la Brenne, dans la Sologne et dans les Landes.

— Sous le titre de *France agricole*, M. Gustave Heuzé, in-

specteur général de l'agriculture, vient de faire paraître un Atlas contenant une notice sur les diverses régions agricoles de notre pays, avec des tableaux de statistique générale et 46 cartes géographiques et statistiques qui résument les principales données relatives à la situation actuelle de l'agriculture française. Ces cartes, qui sont imprimées en chromolithographie et accompagnées de notices explicatives, montrent la répartition des richesses végétales et animales sur le sol de la France, et, par leur examen, le géologue peut facilement apprécier l'influence que la composition minéralogique de ce sol exerce sur leur répartition.

— Relativement à l'exécution des cartes agricoles, mentionnons encore une publication de M. le docteur George Mayr(1) qui résume, à la suite du congrès de statistique de Saint-Pétersbourg, les divers systèmes auxquels il est possible d'avoir recours, lorsqu'on veut représenter, par la méthode graphique et géographique, les données de la statistique ainsi que de l'agriculture.

---

(1) *Gutachten über die Anwendung*, etc. Munich, 1874.

CINQUIÈME PARTIE.

GÉOLOGIE DYNAMIQUE.

ATMOSPHÈRE.

Inclinaisons à donner aux talus.

D'après M. Goschler (1), voici quelles sont les inclinaisons le plus habituellement données aux talus des différentes roches, pour éviter leur éboulement :

	BASE.	HAUTEUR.	DEGRÉS.
Argiles.	1	1/2	26°
Terres fraîches et légères. . . .	1	1	45°
Sables et graviers.	1	1 1/2	56°
Roches tendres.	1	3	71°

Les roches bien compactes, non fissurées et non gélives, sont à peu près les seules qui puissent avoir un talus de 90° (2).

Altération des roches par l'atmosphère.

Les effets d'altération que l'atmosphère produit sur l'écorce terrestre ont été étudiés, dans ces derniers temps, par M. le professeur Koritzka, de Prague, et par M. Viollet-Leduc, pour la région du Mont-Blanc; ils l'ont été également par MM. Dana et Contejean dans leurs *Manuels de géologie*, et par M. Delesse dans son ouvrage sur la *Lithologie du fond des mers.*

Parmi les autres travaux relatifs au même sujet, mentionnons encore ceux de M. Albert Heim (3), qui s'est occupé plus spécialement des Alpes et a représenté les différentes formes de leurs destruction. Les effets produits par le vent, par la foudre, par l'humidité,

(1) A. Évrard : *Les moyens de transport appliqués dans les mines, les usines et les travaux publics*, II, 65.
(2) *Revue de géologie*, X, 200.
(3) *Naturforsch. Ges. auf das Jahr* 1874, Zurich.

par les plantes et par les changements de température ont été examinés successivement. L'ensemble de ces recherches fait bien voir que, par l'action de l'atmosphère, toutes les inégalités du relief, hauteurs ou profondeurs, tendent à se niveler et, en définitive, à disparaître.

Roches polies par le sable.

HOHBURG. — Le célèbre professeur C. F. Naumann (1) s'occupait, au moment de sa mort, de recherches sur les stries qui se montrent à la surface du porphyre de Hohburg, en Saxe. Ces stries sont parallèles, régulières, brillantes, tantôt horizontales et tantôt inclinées à 20° ou 30°. Celles qui sont inclinées paraissent, en outre, plus ou moins altérées, et, comme l'a remarqué M. Bernhard von Cotta, le poli s'étendait autrefois sur une surface plus grande.

L'origine de ces stries est assez problématique. D'après leur caractère, on ne peut songer à les attribuer à des glaces flottantes; mais pour les glaciéristes, comme MM. de Morlot et Albert Heim, elles sont accompagnées de roches moutonnées et ont été produites par des glaciers.

Cependant il semble que si toute la contrée avait été recouverte par un glacier, le phénomène des stries serait beaucoup plus général. D'un autre côté, par l'action de l'atmosphère certaines roches peuvent aussi prendre l'apparence de roches moutonnées.

Bien que Naumann, frappé par une mort subite, n'ait pas complétement formulé les conclusions de son travail, il paraît attribuer ces stries au frottement de sables entraînés par les vents. L'atmosphère aurait alors altéré les stries dans les parties inclinées où elles sont exposées aux intempéries. Une pareille hypothèse est certainement très-admissible, surtout depuis les observations faites par M. J. Marcou et par M. W. P. Blake (2) et depuis les expériences de M. Thilgmann (3), qui montrent bien avec quelle facilité un jet de sable peut user et même perforer les roches les plus dures.

Triage entre les minéraux des dunes.

Les vents qui engendrent les dunes doivent nécessairement opérer une sorte de vannage entre les minéraux qui les composent, et il est naturel que les plus lourds restent à la partie infé-

(1) *Neues Jahrbuch*, 1874, 337.
(2) *Rocks cut by driving sand*, 1858.
(3) *Revue de géologie*, XI, 16.

rieure. C'est surtout bien visible dans les dunes qui atteignent 150 mètres, à l'étang Salé, dans l'île de la Réunion. M. Vassal (1) a constaté, en effet, que le fer oxydulé titané se concentre vers le niveau de la mer, où il est même exploité comme minerai, tandis qu'il diminue à mesure qu'on s'élève sur ces dunes, où il est remplacé par des minéraux plus légers, notamment par le péridot et par le mica.

GLACE.

Inégalité des glaciers sur les deux versants d'une chaîne de montagnes.

CAUCASE.—D'après M. E. Favre (2), les neiges éternelles occupent les sommets de la chaîne du Caucase, sur une longueur de 315 kilomètres. La limite moyenne de ces neiges est plus élevée d'environ 400 mètres sur le versant nord que sur le versant sud. On sait qu'il en est de même dans l'Himalaya, où la différence d'altitude atteint même 1.200 mètres. Pour les deux chaînes, le phénomène doit sans doute être attribué à des vents plus humides venant du sud et soufflant soit de la mer Noire, soit de l'Océan indien. A l'inverse de ce qui a lieu pour les neiges, les glaciers du Caucase sont plus considérables et descendent plus bas sur le versant nord que sur le versant sud. En effet, il résulte des travaux de M. Abich qu'en moyenne ces glaciers descendent à 1.500 mètres au-dessous des neiges, sur le versant nord et à 900 mètres seulement sur le versant sud. Quoique la limite de la neige soit plus basse sur le versant sud, ce résultat s'explique facilement si l'on observe, avec M. Favre, que le Caucase présente des escarpements très-abrupts vers le sud, tandis que vers le nord s'étendent des plateaux montagneux qui forment de vastes bassins dans lesquels les neiges s'accumulent et donnent lieu à de grands glaciers.

L'absence de lacs sur les deux versants de la chaîne du Caucase est importante à signaler : car, comme le remarque M. E. Favre, elle est contraire à la théorie du creusement des bassins lacustres par les glaciers, d'autant plus que, sur le versant nord, ces derniers sont quelquefois de premier ordre et descendent jusque dans la plaine.

---

(1) *Association scientifique de France*, 1874, 187.
(2) *Recherches géologiques dans la partie centrale de la chaîne du Caucase*, 102.

Roches gelées.

MONTAGNES ROCHEUSES. — Il existe dans les Montagnes Rocheuses, au mont M'Clellan, une mine de plomb argentifère, dite Stevens mine, située à l'altitude de 3.750 mètres. D'après M. Weiser (1), à une profondeur comprise entre 20 et 60 mètres, la masse qui remplit le filon, consistant en silice, calcite et minerai, est à l'état permanent de congélation, par suite de la solidification de l'eau qui l'imprègne; de plus il en est de même pour la roche encaissante, et ce phénomène se continue en galerie, sans diminution d'intensité sur une longueur de plus de 70 mètres. Les saisons n'amènent aucun changement dans cet état. Dans l'impossibilité d'attaquer au pic cette masse gelée, les ouvriers emploient le feu, comme à la mine du Rammelsberg, dans le Hartz.

Comme il n'existe aucune circonstance extérieure qui permette d'expliquer ce phénomène par le climat de la contrée, que, de plus, ce massif gelé est partout entouré de roches solides, M. Weiser émet l'opinion que ce district a été gelé à l'époque glaciaire et n'a pas dégelé depuis. Il y a, du reste, dans le voisinage beaucoup de traces de moraines.

LACS.

Régime des lacs.

SUISSE. — M. Dausse (2) a fait ressortir la différence des conditions dans lesquelles sont placés les lacs, suivant qu'ils ont ou non à leur issue un couloir ou gorge. Quand le couloir existe, l'émissaire le creuse et le lac s'abaisse. Ainsi, le lac de Genève s'est abaissé de deux mètres depuis les Romains, malgré les apports caillouteux de l'Arve. Au contraire, les lacs de Walen, de Thoune et de Bienne, qui débouchent en plaine et rencontrent à leur sortie un affluent charriant du caillou, se sont élevés d'une manière continue, en sorte que les vallées sont devenues de plus en plus marécageuses. Le remède à cet exhaussement consiste à dériver l'affluent et à le jeter dans le lac lui-même, comme on l'a fait en 1714 pour la Kander dans le lac de Thoune, au commencement de ce siècle pour la Linth dans le lac de Walen, comme on le fait en ce moment pour l'Aar dans le lac de Bienne. Dans ce cas, en effet, l'affluent aide le lac à creuser un émissaire et abaisse d'autant son niveau. En même temps M. Dausse appelle l'attention

(1) *Americ Journal* [3], IX, 477.
(2) *Bull. soc. géol.* [3], III, 140.

sur l'énorme quantité de dépôts caillouteux qui, en moins d'un siècle et demi, ont été amenés dans le lac de Thoune par la dérivation de la Kander.

Amérique du Nord. — M. le major G. K. Warren (1) a cherché à restaurer les lacs et les rivières qui existaient avant l'époque actuelle dans le Minnesota et même dans une partie de l'Amérique du Nord.

Suivant lui, la rivière Minnesota, qui se jette dans le Mississipi, au fort Snelling, était autrefois beaucoup plus considérable qu'aujourd'hui et servait d'écoulement à tout le bassin du lac Winnipeg jusques et y compris la rivière Mississipi.

Le lac Winnipeg avait également une surface plus grande qu'aujourd'hui et recouvrait la plaine où coule maintenant la rivière Rouge du Nord.

La branche méridionale de la rivière Sas-Katchewan déversait ses eaux dans la rivière Qui-Appelle.

La rivière Chippeway, ou Medicine Fork, servait d'écoulement aux eaux du lac Otter-Tail.

Le bassin du lac Winnèbago avait son écoulement par la rivière du Wisconsin qui recevait directement les eaux de la rivière du Loup.

La rivière des Illinois servait d'écoulement aux lacs Michigan, Supérieur, Huron, Saint-Clair et Erié.

Les rivières Sainte-Marie et Saint-Joseph, qui s'éloignent du lac Erié pour s'y jeter ensuite, après s'être réunies à Fort-Wayne (Ind.) sous le nom de rivière Maumee, se jetaient dans la rivière Wabash.

Pendant la période tertiaire, de grands lacs se trouvaient à la base des Montagnes Rocheuses. L'élévation des régions Sud-Ouest des États-Unis et l'abaissement des régions Nord-Est ont déplacé ces lacs vers le Nord-Est.

Entre les monts Wasatch et les monts Humboldt se trouvaient de vastes étendues d'eaux recouvrant une partie du bassin de la Columbia-River et ayant issue vers le golfe de Californie. L'exhaussement des régions Sud-Ouest a fait écouler ces eaux par les dépressions de la chaîne des monts Cascade et par la vallée de la Columbia-River.

Enfin, comme l'observe M. le major Warren, la Floride est

(1) *An Essay concerning important physical features exhibited in the Valley of Minnesota River*, 1874 (Extrait par M. Jackson).

d'élévation récente, et avant la période glaciaire, le golfe du Mexique remontait très-loin vers le Nord et même jusqu'auprès de Dubrique, dans l'État d'Iowa.

RIVIÈRES.

Dépôts torrentiels.

Cézanne, le continuateur des travaux de M. Surell (1), a formulé des remarques intéressantes et générales sur les dépôts torrentiels de l'époque glaciaire et de l'inondation qui a dû la terminer. Nous les résumons presque textuellement.

Dombes, Bresse. — Les innombrables étangs qui couvrent le pays des Dombes sont, dit Cézanne, des rectangles allongés dont les grands côtés divergent tous d'un centre commun situé vers Péronge. Si l'on compare les altitudes de ces étangs disposés d'une manière si singulière en éventail, on s'aperçoit qu'ils s'abaissent en s'éloignant du centre commun, c'est-à-dire qu'ils offrent la projection des arêtes d'un cône. La pente de ce cône, vers le Nord-Ouest jusqu'à Châtillon, est de $0^m,00096$.

Les alluvions des Dombes et de la Bresse représentent un immense cône torrentiel qui s'est formé sur la droite du glacier du Rhône, à l'époque où ce glacier descendait jusqu'à Lyon. Il barrait périodiquement le bassin de la Saône, qui se dégorgeait de temps à autre par des éclusées formidables entraînant jusque vers Nîmes et Montpellier des cailloux originaires des sommets des Alpes.

Un cône torrentiel, analogue à celui des Dombes, s'est formé de même sur la droite du glacier de l'Isère. Son sommet s'appuie au nord de Voiron, contre le massif de la Grande-Chartreuse : le Guiers et l'Isère en dessinent les arêtes extrêmes, le Rhône en a rongé la base. La pente de ce cône varie de $0^m,0079$ à $0^m,0085$.

Crau. — La Crau d'Arles est également un cône torrentiel qui s'est formé sur la gauche du cours actuel de la Durance par le Perthuis de Lamanon. Sa base s'étend le long du Rhône ; ses pentes moyennes sont de $0^m,0039$.

Pyrénées. — C'est surtout au pied des Pyrénées que, par suite de circonstances particulières, très-faciles à reconnaître sur les lieux, les cônes torrentiels de la période glaciaire présentent à la

(1) *Étude sur les torrents des Hautes-Alpes*, 1874, 2e édition.

fois le plus de régularité et le plus d'étendue. Parmi ces cônes, les plus remarquables sont, d'après Cézanne, ceux des trois vallées parallèles et voisines de la Neste, de l'Adour et du Gave. Ils se recouvrent partiellement.

La pente moyenne de leur arête médiane, mesurée sur une longueur de 20 kilomètres à partir de leur sommet, est de $0^m,0082$ pour le cône du Gave, de $0^m,0148$ pour celui de l'Adour et de $0^m,0100$ pour celui de la Neste.

Influence de l'atmosphère sur la forme des rives d'un cours d'eau.

Un grand nombre de cours d'eau des Pyrénées coulent à peu près du Sud au Nord et présentent une particularité très-remarquable ; car, ainsi que l'observe Cézanne, ils ont approfondi leurs vallées en se déplaçant parallèlement vers leur droite, c'est-à-dire que chaque cours d'eau abandonne peu à peu la rive gauche pour ronger la rive droite. Toutes les rives gauches forment une plaine doucement inclinée vers le cours d'eau, et toutes les rives droites forment une berge ravinée et qui tombe à pic sur la rivière. Si l'on fait une coupe en travers de ces vallées parallèles, par un plan vertical orienté de l'Est à l'Ouest, on obtient une sorte de crémaillère très-régulière : toutes les rives droites, qui regardent l'Ouest, sont abruptes ; toutes les rives gauches, qui regardent l'Est, sont plates ; toutes les rives gauches sont cultivées en prés, champs, vignes, jardins, etc.; toutes les berges de rive droite sont couvertes de bois, seule culture possible sur ces pentes.

On explique ce déplacement parallèle des cours d'eau vers leur droite par la rotation de la terre ; mais la différence si remarquable des versants de droite et de gauche peut aussi s'expliquer, et même plus simplement, par une action météorologique. Toutes les rives droites qui, dans notre pays, regardent l'Ouest doivent, en effet, être attaquées et ravinées par les pluies qui viennent habituellement de l'Ouest. De Lamblardie a fait d'ailleurs la même observation sur les rivières du Nord-Ouest de la France qui coulent dans la craie.

Élévation du lit des rivières.

Pô. — M. Dausse (1) a reconnu, par l'étude d'un profil du Pô à Bergoforte, que depuis la fin du XIVe siècle, le lit de ce fleuve s'est élevé de $5^m,50$. Il a fallu exhausser d'autant les digues insubmersibles ; mais, quoi qu'on fasse, le fleuve prend toujours le dessus,

(1) *Bull. soc. géol.* [3], III, 137.

même en augmentant son delta de 70 à 80 mètres par an. Selon M. Dausse, les digues ne doivent pas être élevées au-dessus de la hauteur des crues ordinaires et fréquentes. Il importe que les grandes crues puissent s'étendre librement sur toute la vallée, qu'elles fécondent du reste en y déposant du limon.

Accroissement des deltas.

MAC'KENZIE. — On doit au Père Petitot (1) des détails sur la rapide accumulation des sédiments au débouché de la rivière Mac'-Kenzie dans les grands lacs Athabaskaw et des Esclaves. Le principal chenal dans le grand lac des Esclaves ne charrie pas moins de 35.000 mètres cubes de bois dans les trois mois de l'année où la rivière n'est pas gelée. Ces *arrachis*, comme on les appelle, arrêtés par la vase et la glace, donnent rapidement lieu à la formation de nouvelles îles qui accroissent le delta et se couvrent bientôt de végétation, de prêles d'abord, puis d'herbes, de roseaux, de conifères, et enfin de grands arbres.

MERS.

Variations que le niveau moyen des mers présente sur des côtes différentes.

M. l'ingénieur en chef Breton de Champ, qui a concouru à la grande œuvre du nivellement général de la France, en a déduit des conséquences relatives aux variations du niveau moyen des mers sur les côtes de notre pays.

« Aujourd'hui, dit M. Breton (2), on est en possession de méthodes d'une application facile et sûre, qui permettent de rattacher les repères établis à la surface du sol dans l'étendue d'un pays, à une même surface de niveau. Ces méthodes ont fait leur apparition dans le second tiers du siècle actuel. Elles ont été vulgarisées par Bourdaloue. Cet éminent observateur les a successivement appliquées à des travaux importants, et toujours il s'est attaché à déterminer les meilleures conditions de leur emploi. C'est par leur moyen qu'il a démontré l'erreur de ceux qui croyaient à l'existence d'une différence de niveau d'une dizaine de mètres entre les deux mers que sépare l'isthme de Suez. Il lui a été donné, en dernier lieu, d'en faire l'application au réseau des lignes de base du nivellement général de la France.

(1) *Bull. soc. géol.* [3], III, 90.
(2) Lettre à M. Delesse, 4 novembre 1875.

« Une des conséquences de ce dernier nivellement a été de démontrer que le niveau moyen des mers n'est pas le même dans toute l'étendue du globe terrestre. Pour la France, les repères des lignes de base ont été rapportés à une surface de niveau qui est le prolongement de la surface d'équilibre des eaux de la Méditerranée, observée à Marseille. En rapportant à cette même surface de niveau les points qui indiquent le niveau moyen de la mer dans diverses localités par le littoral de l'Océan et de la Manche, on a obtenu les résultats suivants :

Niveau moyen de la mer.

Marseille	0m,000	Brest	1m,022	Carentan	0m,857
Bayonne	0 ,856	Saint-Malo	0 ,945	Havre	0 ,341
Arcachon	0 ,600	La Houle-sous-Cancale	1 ,097	Dieppe	0 ,659
La Rochelle	0 ,400			Boulogne	0 ,836
Les Sables-d'Olonne	0 ,589	Granville	0 ,890	Calais	0 ,733
Saint-Nazaire	0 ,747	Cherbourg	0 ,895	Dunkerque	0 ,776

Bien que ces chiffres ne soient sans doute qu'approximatifs, ils signifient que la surface de niveau de l'Océan et de la Manche est plus élevée d'environ 0m,75 que la Méditerranée, ce qui s'explique par la différence de salure et le peu de largeur du détroit de Gibraltar. Le nivellement de l'isthme de Suez donne sensiblement la même différence de niveau entre l'Océan indien et la Méditerranée.

« L'opinion des géographes paraît être que, pour les nivellements à entreprendre, on devrait choisir pour zéro le niveau de la Méditerranée. »

Variations de la salure dans les eaux du canal de Suez.

M. F. de Lesseps a envoyé au laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées, où ils ont été examinés par M. Léon Durand Claye, 21 échantillons d'eau salée provenant du canal maritime de l'isthme de Suez.

Les nos 1 et 2 ont été pris dans le bassin Ismaïl, à l'entrée du canal, dans la Méditerranée. Les suivants ont été puisés en différents points du canal, à partir du kilom. 60 (n° 3) jusqu'au terre-plein de Suez dans la mer Rouge (n° 21).

Les résidus salins trouvés dans 1 mètre cube d'eau ont été les suivants :

n° 1	n° 2	n° 3	n° 4	n° 5	n° 6	n° 7	n° 8	n° 9	n° 10	n° 11
26k,2	25k,1	51k,7	71k.7	67k,2	74k,2	74k,7	72k,6	69k,4	67k,5	73k,9

n° 12	n° 13	n° 14	n° 15	n° 16	n° 17	n° 18	n° 19	n° 20	n° 21
69k,5	72k,3	65k,3	69k,7	53k,5	72k,0	47k,3	69k,7	62k,2	46k,5

A Port-Saïd, l'eau est moins salée que dans les régions occidentales de la Méditerranée ; ce phénomène paraît dû à l'influence des eaux du Nil, entraînées par le courant le long de la côte. Dans l'intérieur du canal, la dissolution des anciens bancs de sel et l'évaporation due au climat produisent le phénomène inverse, et la densité des eaux y devient très-considérable. A Suez, on doit retrouver la salure des eaux de la mer Rouge.

Forêts submergées.

M. Greenwood (1) pense que la plupart des forêts que l'on regarde comme submergées ne sont autre chose que des estuaires bouchés, dont la submersion se serait produite sans qu'il y eût eu aucun changement dans le niveau de la mer. L'accumulation de plages de galets contre l'embouchure de petits fleuves peut, selon M. Greenwood, déterminer l'asséchement de la partie correspondante du rivage au-dessous des plus hautes eaux : les arbres s'y développent alors librement ; que la plage de galets vienne ultérieurement à se rompre ou à se déplacer, les arbres, ayant leur tronc visité deux fois par jour par la marée, périront nécessairement et bientôt il ne restera plus que leurs racines qui découvriront à mer basse. M. Greenwood cite, comme exemples, les prétendues forêts submergées de la côte méridionale d'Angleterre, près Hasting, celles de l'embouchure de la vallée diluvienne de Mantell, près de Pebblesham, de Saint-Léonard, de Pevensey Level près d'Eastbourne, et de Torre-Abbey près de Torquay. Il ajoute que, tandis que les ruines romaines de Douvres attestent qu'il n'y a pas eu de submersion depuis deux mille ans, l'examen des rivages prouve, au contraire, qu'il y a eu d'anciens soulèvements des côtes.

Variations dans les rivages.

Flandre française. — L'histoire nous apprend que, depuis l'époque actuelle, les côtes de la France ont subi d'importantes modifications sur divers points, notamment dans la baie du Mont Saint-Michel et à l'embouchure de la Seine (2). Il en est de même à l'embouchure de l'Aa et sur tout le littoral français de la mer du Nord, ainsi que l'a constaté M. Plocq, ingénieur en chef des ponts et chaussées (3).

---

(1) *Geol. mag.*, 1875, 239.
(2) *Lithologie du fond des mers.*
(3) *Résumé historique sur le port de Gravelines*, mémoire autographié. Février 1873.

Sous les empereurs romains, ce littoral portait le nom de Morinie ou pays des Morins, c'est-à-dire des habitants des marais ou des Moëres. Au temps de Jules César, il présentait des golfes. des lacs et de nombreuses îles. D'après Strabon, la principale de ces îles avait alors pour limites le golfe de Mardick vers l'est et, vers l'ouest, un autre golfe au delà de Calais. On ne connait pas la position du Portus Itius où Jules César s'est embarqué pour la Grande-Bretagne; il se trouvait dans le delta de l'Aa; mais, suivant les uns ce serait Gravelines, suivant les autres Mardick, Calais, Sangatte, Wissant, Watten, Saint-Omer, etc.

Toujours est-il que le « Sinus Itius » est la partie du pays des Morins qui correspond à l'ancienne baie de Sithiu, dénomination gauloise de Saint-Omer. Cette baie était formée par un bras de mer qui s'avançait jusqu'au delà de Saint-Omer où l'on a même trouvé des ancres et des débris de navires en creusant les fossés des fortifications.

On possède d'ailleurs des cartes de l'ancien pays des Morins, l'une de Malbrancq, remontant au VIIe siècle, et l'autre datant du IXe siècle. Malgré leur imperfection, elles montrent bien que la mer occupait une partie du littoral de la Flandre actuelle, précisément dans les endroits indiqués comme alluvions par la carte géologique de France. A cette époque, Dunkerque et Gravelines n'existaient pas encore. La baie de Sithiu présentait, près de Watten, un étroit goulet qui paraît encore bien acccusé par l'orographie. Les Moëres communiquaient à l'est et à l'ouest avec la mer. Jusqu'au commencement du XIIe siècle, Mardick restait la seule ville importante du littoral; mais, à cette époque, son golfe et la branche maritime du delta qui y débouchait, avaient fini par se combler par les alluvions et ne présentaient plus que de vastes marécages. L'état actuel du littoral de la Flandre française doit être considéré comme le résultat complexe des apports successifs des alluvions de l'Aa, de la formation de son delta, de celle des dunes, et enfin des travaux de desséchement.

CASPIENNE. — Une carte manuscrite, envoyée à l'Exposition de géographie, et dressée en Russie par le Ministère de la Marine, représentait la mer Caspienne en 1720, sous le czar Pierre, vers la fin du XVIIIe siècle, puis au commencement du XIXe, et enfin à l'époque actuelle. Tout d'abord on était frappé des grandes variations qui ont été subies par les rivages de la Caspienne dans une période ne dépassant pas un siècle et demi. On conçoit que le travail de comblement opéré par les fleuves qui s'y déversent, et en

particulier par le Volga, ait contribué à modifier ses rivages et à augmenter sa superficie. D'un autre côté, les dépôts accumulés pouvaient déterminer des enfoncements ainsi que des déformations dans ses parois. Toujours est-il que, sur un même point, les rivages de la Caspienne ont éprouvé des déplacements très-capricieux; tantôt ils avancent, tantôt, au contraire, ils se retirent. Leurs contours empiètent successivement l'un sur l'autre et l'on est naturellement conduit à admettre que le fond de cette mer est assez mobile.

Autrefois les contours de la Caspienne n'étaient assurément connus que d'une manière très-imparfaite, comme l'a fait remarquer M. le colonel de la Barre Duparcq; mais aux époques auxquelles ces cartes ont été officiellement exécutées, les grandes différences qu'elles présentent ne sauraient être attribuées à des erreurs de topographie.

Les variations des rivages de la Caspienne qui ont eu lieu à l'époque actuelle sont intéressantes pour le géologue, car elles donnent un exemple de dépôts marins et lacustres se succédant sur un même point, dans une période très-limitée (1).

Élévation des côtes.

GROENLAND. — Le docteur Emile Bessels (2), l'un des courageux explorateurs embarqués sur le *Polaris* dans son voyage aux mers arctiques, a constaté d'une manière bien nette que le Groënland septentrional est soumis à un soulèvement séculaire. En effet, les coquilles vivant actuellement dans la mer voisine se montrent jusqu'à une hauteur de 600 mètres au-dessus de son niveau actuel. Du bois flotté se rencontre aussi à la même hauteur. De plus, des crustacés marins ont été observés dans les lacs d'eau douce qui sont sur la côte. Enfin, des blocs granitiques, très-nombreux, ne peuvent avoir été transportés que par des glaces flottantes et proviennent visiblement du Groënland méridional; aussi M. Bessels en tire-t-il la conclusion que le sens du courant, transportant les glaces flottantes dans le détroit de Davis, doit avoir changé et, qu'à l'inverse de ce qui a lieu maintenant, il se dirigeait autrefois du sud vers le nord.

TERRES ARCTIQUES. — M. Ch. Grad (3) a reconnu, en comparant l'état actuel des îles du Spitzberg et de la Nouvelle-Zemble avec

(1) Delesse, Exposition de géographie de 1875.
(2) *Bull. de la soc. de géographie*, 1875, 291.
(3) *Bull. soc. géol.* [3], II, 347.

les cartes publiées au XVIe et au XVIIe siècle, qu'il s'est produit, depuis cette époque, un soulèvement notable des terres polaires arctiques. Des bancs de coquilles appartenant à des espèces vivantes se rencontrent à 30 et même à 200 mètres au-dessus du niveau actuel de la mer et tout ce qui, sur la carte hollandaise du XVIIe siècle, était indiqué comme îles et détroits, forme aujourd'hui de longues presqu'îles avec des isthmes bas allant d'un golfe à l'autre.

Oscillations des côtes.

FRANCE. — M. Jules Girard (1) a publié sur les élévations et sur les dépressions des côtes un travail dans lequel il s'occupe plus particulièrement de la France.

Des élévations, ou des augentations des côtes sont mentionnées à Cayeux et dans le Marquenterre qui, au IXe siècle, faisait partie de l'estuaire de la Somme; dans la baie de Saint-Brieuc, à Étables, à Binic, où M. Hénos a reconnu les traces de mollusques perforants au-dessus du niveau actuel des marées; à la chapelle Sainte-Barbe près de Roscoff; à Bourgneuf dont la commune a gagné 500 hectares depuis un siècle; à Brouage sur les côtes de Saintonge.

Des dépressions des côtes ou des envahissements de la mer ont, au contraire, été observées à Sangatte, au cap Blanc-Nez où la plage montre, d'après M. Cousin, des fondations de maisons gauloises; à Vissant, à Tardinghen, à Camiers, à Etaples, où il existe des forêts sous-marines; à Arromanches; à la pointe nord du cap la Chèvre dans la baie d'Audierne, où l'on a rencontré des traces d'habitations, etc.

On trouvera du reste dans la *Lithologie du fond des mers* des recherches sur les causes des oscillations et une carte de France qui résume les principales oscillations constatées sur nos côtes jusqu'en 1872 (Pl. A, *fig.* 6).

En ce qui concerne les dépressions, il est, d'ailleurs, utile d'observer, avec M. Greenwood, que des débris d'arbres ne prouvent pas toujours qu'elles se soient produites sur une plage. Des forêts enfouies ne le prouvent même pas d'une manière irrécusable; car derrière les dunes, les forêts croissent quelquefois très-près de la mer et à un niveau inférieur; c'est notamment ce que M. Lafont (2) a constaté près d'Arcachon : or, lorsque la ligne des dunes vient à être rompue, la mer peut submerger des forêts sans qu'il y ait eu nécessairement dépression de la plage.

---

(1) Savy, 1876.
(2) *Association scientifique de France*, 1875, 225.

Causes des oscillations des côtes.

M. de Cossigny (1) admet qu'il existe une relation intime entre les oscillations du sol et la configuration des côtes marines. Pour lui, la présence de plusieurs cordons littoraux en retrait accuse l'existence d'autant de mouvements du sol, liés probablement à des cassures dans l'écorce du globe. C'est ainsi que les marais Pontins ont leur portion la plus déprimée située sur le passage de la ligne qui joint le volcan de Stromboli aux anciens cratèreres de Bolsena et de Vico. Une même explication pourrait être appliquée au cordon littoral des dunes et à la Camargue.

Pour M. de Cossigny, toutes ces oscillations accusées par des appareils littoraux sont relativement modernes. C'est à des causes du même genre qu'il faudrait attribuer les changements qui surviennent dans les deltas de certains fleuves.

Formation récente de poudingues.

MÉDITERRANÉE. — M. Vélain (2) a constaté, sur le littoral de la province d'Oran, que des blocs de quartzite et de schiste qui comblent les anfractuosités des récifs peuvent s'agglutiner en poudingues par un vernis que la mer y dépose sous l'influence d'une évaporation rapide.

Le même fait a été observé sur la plage de Bône, pour des sables assez fins, par M. Papier (3).

De son côté, M. de Rosemont (4) a mentionné le vernissage qui s'opère sur certaines dolomies jurassiques de la côte de Nice au contact des vagues.

Nous rappelons à ce sujet qu'un vernissage analogue s'opère aussi à la surface des roches granitiques qui bordent le Nil dans la Haute-Égypte.

Polypiers et récifs coralliens.

M. Dana (5) a publié un important ouvrage sur les coraux et les récifs coralliens. L'auteur décrit d'abord tous les organismes de cette classe qui sont : 1° Les Polypiers, divisés en Actinoïdes, Cyathophylloïdes. Alcyonides. 2° Les Hydroïdes. 3° Les Bryozoaires. 4° Les Nullipores, considérés comme appartenant aux Algues.

M. Dana examine ensuite les causes qui influent sur le dé-

(1) *Bull. soc. géol.* [3], III, 358.
(2) *Bull. soc. géol*, [3], II, 220.
(3) *Bull. soc. géol.* [3], III, 46.
(4) *Bull, soc. géol.* [3], II, 219.
(5) *Corals and Coral-Islands*, New-York, 1872.

veloppement des polypiers constructeurs et étudie leur distribution suivant les latitudes et les profondeurs. Puis vient un examen des formations coralliennes, à savoir les récifs côtiers et les atolls.

L'origine du sable corallien. des plates-formes côtières, l'action des vents et des orages, les causes qui modifient la forme ou la croissance des récifs, sont ensuite examinées en détail.

L'auteur consacre un chapitre à démontrer l'existence de mouvements, soit d'affaissement, soit d'exhaussement, dans l'Océan pacifique.

Enfin, dans un chapitre intitulé « Conclusions géologiques, » M. Dana étudie la formation des calcaires, la rapidité de leur accroissement et les caractères auxquels on peut reconnaître l'intervention des coraux. Il établit que les calcaires coralliens peuvent se produire de deux manières : 1° Par une croissance continue des coraux, avec addition de matières fines pour remplir les interstices. 2° Par la trituration des polypiers *réduits* à l'état de fragments, de boue ou de sable par l'action des vagues de la mer. Dans ce dernier cas, qui est le plus fréquent, suivant la puissance des vagues, on peut avoir depuis le véritable coral-rag jusqu'aux boues calcaires les plus fines qui, par leur consolidation ultérieure, donneraient des calcaires compactes semblables à ceux des terrains primaires. Un récif corallien est, en réalité, d'après ce procédé, une couche calcaire avec bords vivants; les organismes vivants de ces bords fournissent la matière nécessaire à l'extension horizontale de la couche; quant à son extension verticale, elle est également assurée s'il y a enfoncement graduel du récif.

Les débris arrachés par les vagues étant presque tous déposés le long de la terre à laquelle ils ont été enlevés, les calcaires formés dans les eaux profondes ne peuvent que rarement être constitués par des débris de coraux.

M. Dana signale la formation de couches oolithiques par l'accumulation de débris de coraux, réduits à l'état de sable, sur une plage au-dessus de la basse mer. Dans les moments où ils sont exposés à l'air, ces grains de sable se recouvrent de carbonate de chaux qu'ils empruntent à l'eau dont ils sont imbibés; il en résulte l'accroissement sphéroïdal caractérisque des oolithes, ainsi que l'agglomération des grains formés en une roche solide.

Enfin, en se fondant sur la localisation actuelle des dépôts

coralliens, comparée avec la grande étendue des calcaires plus anciens, M. Dana croit pouvoir admettre que les mers anciennes étaient moins profondes et moins agitées que les mers actuelles.

Accroissement des madrépores.

FLORIDE. — M. Le Conte (1) a fait sur les récifs de la Floride une observation qui permet d'estimer la rapidité d'accroissement des madrépores dans ces parages. La mer, près des îles Tortugas, est sujette, suivant les saisons, à des variations de niveau assez sensibles. Depuis le mois de janvier jusqu'au milieu de septembre, elle s'élève d'environ 25 centimètres, et elle s'abaisse de la même quantité entre décembre et janvier. Or, les madrépores arrivant à fleur d'eau ont tous, dans cette région, leur partie supérieure flétrie sur une hauteur de 7 à 8 centimètres, au-dessous de laquelle les parties vivantes viennent se terminer à une surface rigoureusement plane. Selon M. Le Conte, cette zone morte représente la partie qui émerge entre septembre et janvier, c'est-à-dire la quantité dont le madrépore s'est accru pendant tout le temps que l'eau a employé pour arriver à son maximum de hauteur et à descendre de ce maximum jusqu'au niveau que les nouvelles branches avaient atteint dans l'intervalle. On trouverait ainsi que ces madrépores s'accroissent de 7 centimètres 1/2 en dix mois, ce qui ne donnerait pas moins de 9 centimètres par an.

Distribution de la température et de la vie animale dans les profondeurs des mers.

M. Carpenter (2), à la suite des explorations sous-marines entreprises à bord des vaisseaux *Lightning* et *Challenger*, a résumé les conditions qui déterminent la présence ou l'absence de la vie animale dans les profondeurs de la mer. Après avoir rappelé qu'à l'exception d'un point situé au nord des îles Saint-Thomas, où la sonde a atteint 7.500 mètres, la profondeur générale de l'Atlantique n'excède pas 5.400 mètres, l'auteur établit que la pression, si élevée qu'elle soit, n'affecte pas sensiblement les fonctions vitales. Il en est de même de la température; pourvu que l'eau demeure à l'état liquide, la vie animale peut s'y développer abondamment. Ce qui influe le plus sur le développement des organismes, c'est la quantité d'oxygène libre. Or, cette quantité dépend de la manière dont s'accomplit la circulation océanique.

(1) *Americ. Journ.* [3] X, 34.
(2) *Americ. Journ.* [3], X, 34.
(3) *Geologist's Assoc.*, 4 déc. 1874.

M. Carpenter rappelle l'existence des deux courants, l'un, inférieur, froid, venant du pôle; l'autre, supérieur, chaud, venant de l'équateur (1). La température du fond de l'Océan se trouve ainsi maintenue par le courant froid entre 0° et 3° c. De plus, ce courant tendant à remonter sous l'équateur, c'est là que l'eau arrive le plus près de la surface.

Par suite de cette circulation, chaque goutte d'eau de l'Océan vient à son tour au contact de l'air et peut ainsi se débarrasser de l'acide carbonique et se charger d'oxygène. En général, quand on analyse les gaz dissous dans l'eau de l'Atlantique, on trouve 16 à 20 p. 100 d'oxygène pour 45 p. 100 d'acide carbonique. Cette proportion d'oxygène est bien suffisante pour les besoins d'une population animale abondante.

La faible profondeur du détroit de Gibraltar empêche la Méditerranée de participer à la circulation océanique. L'oxygène y fait donc défaut; on n'en trouve pas plus de 5 p. 100, tandis qu'il y a 60 p. 100 d'acide carbonique. Par suite de cette absence d'oxygène, la vie animale n'est développée dans la Méditerranée qu'au voisinage des côtes. D'ailleurs l'eau de cette mer est chargée de détritus minéraux microscopiques qui y demeurent presque constamment en suspension et doivent gêner encore le développement des animaux.

Cette observation explique les faits que présentent les formations géologiques déposées dans des mers intérieures, par exemple la rareté des restes organiques dans les grès rouges. On conçoit également ainsi le contraste offert par les couches miocènes de l'île de Malte, où les lits grossiers formés près des côtes sont remplis de fossiles, tandis que les assises à grain fin déposées en eau profonde ne contiennent d'autres restes organiques que ceux qui y sont tombés sous l'action de la pesanteur, comme les dents de squales.

On a constaté que, même dans l'Atlantique, il y a une limite imposée par la pression à la conservation des restes organiques. Ainsi, à 4.500 mètres, la vase calcaire à foraminifères est remplacée par une vase grise, pauvre en calcaire, qui finit par se changer en une vase rouge dépourvue de chaux. C'est le pouvoir dissolvant que l'eau de mer, sous pression, exerce sur les squelettes calcaires qui permet d'expliquer la formation des grès verts, à laquelle on assiste actuellement le long de la ligne du courant

(1) Voir *Revue de géologie*, XI, 187.

d'Agulhas. Les grains verts seraient formés par la substitution de la glauconie au sarcode des foraminifères, pendant que l'eau de mer, sous forte pression, dissoudrait les carapaces calcaires de ces animaux.

Il importe d'observer, du reste, que ce pseudomorsphisme des foraminifères par la glauconie se produit aussi dans des calcaires, comme le montrent les foraminifères moulés en glauconie qui se trouvent dans les calcaires glauconieux; et, par conséquent, le phénomène peut avoir lieu sans qu'il y ait nécessairement dissolution complète de la chaux carbonatée.

M. Carpenter (1) rappelle encore que, dans certains cas, l'eau froide peut arriver jusqu'à de faibles profondeurs. Près d'Halifax, en particulier, l'eau de la surface est assez chaude, et, à une profondeur peu considérable, la température tombe au-dessous de 2° c. Dans ce cas, c'est la rotation de la terre qui détermine l'ascension de l'eau froide venant du nord vers la rive occidentale du courant. La mer du Nord est peu profonde et son milieu est occupé par un bas-fond; aussi le courant polaire ne s'y fait-il pas sentir; mais le chenal profond qui longe la côte de Norwége amène le courant froid inférieur du pôle arctique, en sorte que le côté oriental de la mer du Nord est plus froid de 5° c. que le côté ouest. Ainsi des phénomènes locaux et le relief du fond des mers peuvent faire varier la température à de courtes distances

EAUX SOUTERRAINES.

Bonn. — Les eaux du Rhin et celles des puits des environs de Bonn ont été essayées comparativement par M. R. Bluhme (2). Il a constaté, qu'en moyenne, il y a trois fois plus de matières minérales dans les eaux des sources s'infiltrant dans le gravier du Rhin que dans celles du fleuve lui-même; la composition de ces dernières varie d'ailleurs beaucoup avec les saisons.

Des puits, même très-rapprochés, présentent quelquefois de grandes différences et leurs eaux peuvent être très-dures, même lorsqu'ils sont voisins du Rhin.

Pour la Seine et les environs de Paris, des faits analogues ont été établis par M. Delesse (*Cartes hydrologiques de la ville de Paris et du département de la Seine*).

---

(1) *Geol. Society*; 27 mai 1874.
(2) *Neues Jahrbuch*, 1873, 968.

Les inégalités de composition que présentent les eaux des puits tiennent à des circonstances locales, particulièrement à l'infiltration des eaux météoriques à travers les anciennes constructions et les plâtras nitrifiés; aussi, tous les puits des vieux quartiers de Paris donnent-ils des eaux très-impures et très-chargées de matières minérales.

Toutefois, nous ne pensons pas comme M. Bluhme que les eaux des puits creusés sur les rives du Rhin proviennent d'une infiltration du fleuve dans le terrain de transport dans lequel il coule. De même que pour la Seine, ces eaux des puits sont essentiellement fournies par les eaux météoriques qui sont tombées sur les collines avoisinant le Rhin, et elles vont se déverser souterrainement dans son lit. C'est précisément ce qui explique comment elles peuvent être chargées de matières minérales, même à très-petite distance des bords du fleuve; et, comme preuve à l'appui, nous citerons diverses expériences de M. l'inspecteur général Belgrand.

Malte. — Un ingénieur anglais, M. F. Bateman, a proposé de fournir de l'eau douce à l'île de Malte, en creusant vers son centre quelques grands puits (4 sur 2 mètres d'ouverture) et en les approfondissant jusque près du niveau de la mer. L'eau proviendrait des pluies tombant sur la partie basse de l'île et allant s'infiltrer sous une couche de marne qu'on voit affleurer vers l'altitude de 150 mètres, dans la partie haute. D'après les observations faites depuis une quinzaine d'années, comptées à partir de 1851, la hauteur moyenne de la pluie à Malte est environ de $0^m,61$; toutefois, par certaines années exceptionnellement sèches, comme en 1852, on a eu seulement $0^m,21$ d'eau.

Ainsi que le remarque M. Bateman, en Angleterre, des puits de ce genre ont donné de l'eau douce, malgré leur proximité de la mer, et les résultats obtenus ont été satisfaisants à Liverpool et même à Birkenhead; dans cette dernière localité, les puits sont cependant creusés sur un promontoire de grès bigarré, et ils se trouvent à petite distance de la mer.

Crimée. — Une carte manuscrite, envoyée à l'Exposition de géographie de Paris par MM. Kozlowsky et Jansen, fournissait des données intéressantes sur l'hydrologie de la Crimée.

En ce qui concerne la qualité des eaux, cette carte montre qu'au Nord-Est de la Crimée, entre Karanki et Mechetli-Kitaï, ainsi qu'au Sud-Est, entre Killeut et Tschatlemur, on n'a que la mauvaise eau qui est recueillie dans des citernes.

L'eau fournie par les puits est salée ou amère dans un très-grand nombre de localités, particulièrement au milieu de la Crimée et vers la mer d'Azof, sur les terrains pliocène et quaternaire.

Toutefois, le sol de la Crimée est arrosé par des eaux superficielles et douces dans le Sud-Ouest de la presqu'île, entre les villes Staroï-Crim, Stavropol et Balaklava, ainsi que le long de la rivière Tiuk-Karasu et vers les bords du lac Onuzave.

En résumé, quant à la qualité des eaux souterraines, il a été constaté que dans toute la Crimée, à l'exception du Sud-Ouest et d'une partie du Centre, la moitié des puits donne de l'eau salée.

La Carte hydrologique de MM. Kozlowsky et Jansen indique encore, au moyen de couleurs différentes, la profondeur à laquelle se trouvent les nappes souterraines.

C'est vers le Nord-Ouest de la Crimée qu'elles sont à la plus grande profondeur. Ainsi, elles se rencontrent à plus de 55 mètres (30 sagènes) autour de Karatchalik, de Kambar, d'Aï-Kul et de Saribache. Il en est de même vers Djaga-Cheik-Ieli.

Il nous paraît que les nappes souterraines seraient représentées d'une manière plus nette, si la carte hydrologique de Crimée, au lieu d'indiquer seulement leur profondeur, faisait connaître leurs cotes rapportées à un plan de comparaison et si elle figurait leurs formes par des courbes horizontales. (Voir Cartes hydrologiques des départements de la Seine et de Seine-et-Marne).

Rapports des sources avec les failles.

MENDE. — M. Fabre (1) a signalé, dans le canton de Mende, des failles qui se groupent sous trois directions différentes : l'une Nord-Nord-Ouest, l'autre Nord-Est, et la troisième Est-Ouest; ce sont elles qui ont provoqué, d'un côté, le vigoureux relief du mont Lozère (1.700 mètres), et de l'autre côté celui moins accentué de la Margeride (1.500 mètres).

Le premier groupe de failles, dirigé vers le Nord-Nord-Ouest, joue, dans la grande masse filtrante des calcaires des *Causses*, un rôle économique d'une grande importance; car il rompt la nappe d'eau souterraine qui existe sur les argiles du lias, et il en favorise l'écoulement latéral. A chacune de ces failles Nord-Nord-Ouest correspond une source sur le versant des Causses, et M. Fabre pense même que, réciproquement, à chaque source, on est certain de découvrir une faille.

(1) *Revue des Eaux et Forêts*, octobre 1874, 369. — *Revue de géologie*, X, 219.

Quoi qu'il en soit, il est certain que les sources sont fréquemment engendrées par les failles, et c'est particulièrement ce que l'on observe très-bien dans le terrain jurassique de la Franche-Comté, notamment aux sources d'Arcier qui alimentent Besançon.

En résumé, la recherche des sources est en rapport intime avec l'étude des failles.

Eaux artésiennes.

SAINT-NAZAIRE. — Il est indispensable dans un grand port comme Saint-Nazaire d'avoir des eaux de bonne qualité, et jusqu'à présent on avait été réduit à celles des citernes, ou bien aux eaux saumâtres des puits ordinaires. Un sondage exécuté récemment par MM. Lippmann (1) et Mauget, dans le bassin même de Saint-Nazaire, a donné des résultats très-satisfaisants. En effet, on a trouvé successivement $2^m,30$ de sable marin, $21^m,4$ de vase très-fluide, puis 2 mètres de coquilles d'huîtres au-dessous desquelles on a rencontré $3^m,90$ de sables; ces derniers, très-graveleux à leur base, ont fourni vers la profondeur de 29 mètres une nappe d'eau douce, très-abondante, qui s'est élevée subitement jusqu'à 2 mètres en contre-bas du sol. Il est donc visible que les eaux météoriques tombant sur les roches granitiques des environs de Saint-Nazaire, se rendent souterrainement à la mer, en s'infiltrant à travers les sables graveleux qui forment le terrain de transport; la couche de vase, épaisse de $21^m,4$, qui recouvre les sables graveleux superposés aux roches granitiques, empêche que ces eaux se mélangent aux eaux salées; en sorte qu'on peut les isoler par un tubage, et, comme elles coulent à travers des débris de roches granitiques, elles restent parfaitement pures. Aussi les emploie-t-on pour le service des navires transatlantiques, et, à cause de leur abondance, on se propose de les utiliser également pour la ville de Saint-Nazaire.

Ce sondage de Saint-Nazaire est assez intéressant, car il montre bien qu'un forage peut fournir des eaux abondantes, même à la surface de terrains granitiques et, en outre, des eaux complétement douces, bien qu'elles soient prises jusque dans la mer.

ÉGYPTE. — La grande oasis libyque de l'Égypte (El-Kargué), visitée récemment par le docteur Schweinfurth (2) doit son existence à une nappe artésienne que l'on atteint par des puits

(1) Extrait d'une lettre à M. Delesse, 1876.
(2) *Vivien de Saint-Martin : Année géographique*, XII, et *Bull. de la soc. de géographie*, 1874, 627.

percés à une profondeur d'une soixantaine de mètres. La longueur de l'oasis est de 120 kilomètres et l'on y compte 75 puits qui fournissent une eau abondante dont la température varie de 25° à 30°. Le percement de ces puits remonte d'ailleurs à la plus haute antiquité, et il y en a un certain nombre qui sont dits aveugles, parce qu'ils ont ont été obstrués par les sables que transporte la nappe souterraine. Comme M. Ludovic Ville l'a constaté en Algérie, ces puits sont visiblement alimentés par des eaux souterraines ascendanes.

Salses.

ÉQUATEUR. — Les volcans de boue étaient déjà connus dans l'Amérique méridionale, près de Carthagène (Nouvelle-Grenade) et dans l'île de la Trinité, mais M. Th. Wolf (1) en a également observé un dans la presqu'île de Sainte-Hélène, sur la côte occidentale de l'Équateur.

La boue rejetée par ce volcan est très-salée et du sel marin cristallise par l'évaporation de l'eau qui l'accompagne. Elle a une odeur de pétrole et d'hydrogène sulfuré; quelquefois elle prend même une couleur brune, parce qu'elle s'imprègne de pétrole et du soufre terreux s'y dépose aussi en petite quantité.

Au voisinage du volcan boueux, on voit des sources thermales qui sont en relation intime avec lui. Il y a d'ailleurs des dégagements d'hydrogène carboné, d'hydrogène sulfuré et d'acide carbonique.

Comme le remarque M. Wolf, les caractères de ce volcan boueux de l'Équateur n'indiquent pas un phénomène volcanique proprement dit, mais simplement une décomposition souterraine de matières organiques.

CHALEUR.

Solidification des matières fondues (2).

Une idée assez généralement répandue, et qui a été pendant longtemps reproduite dans divers traités de physique, consiste à admettre qu'un grand nombre de substances éprouvent une notable dilatation au moment où elles passent, par voie de refroidissement, de l'état de fusion à l'état solide. Ce phénomène a été quelquefois invoqué en géologie. MM. Nasmyth

(1) *Neues Jahrbuch*, 1874, 396.
(2) Extrait par M. de Cossigny.

et Carpenter notamment, dans un ouvrage intitulé *la Lune* (1), ont insisté d'une manière particulière sur la dilatation et sur la diminution correspondante de densité qu'ils regardent comme les conséquences nécessaires de la solidification. Ils ont cherché à généraliser le phénomène, constaté d'abord pour l'eau et pour certains métaux, en l'étendant aux silicates tels que ceux qui constituent les produits volcaniques, et ils en ont fait la base d'une théorie des volcans de la lune.

M. Robert Mallet a entrepris, de son côté, une série d'expériences pour reconnaître si les corps fondus éprouvent généralement une expansion lorsqu'ils reviennent à l'état solide (2). Ses expériences ont porté plus particulièrement sur quelques silicates, sur les laitiers des hauts fourneaux, sur la fonte et sur le plomb. M. Robert Mallet a trouvé que toutes ces substances se dilatent d'autant plus que leur température est plus élevée, et inversement, sans que le passage de l'état liquide à l'état solide soit marqué par aucun phénomène anormal d'expansion. La comparaison de la densité des roches silicatées avec celles des verres provenant de leur fusion, montre d'ailleurs qu'elles se contractent en cristallisant (3).

Il faudra donc se souvenir des résultats obtenus par M. Robert Mallet, lorsqu'il s'agira d'expliquer les phénomènes géologiques dans lesquels les températures élevées jouent un rôle important.

---

(1) *The Moon by Nasmyth and Carpenter.*
(2) *Proceedings of the Royal Society*, 1872, n° 136, 1875, n° 158.
(3) Delesse : *Recherches sur les verres provenant de la fusion des roches.*

MODIFICATIONS DES ROCHES (*).

Nous résumerons encore les travaux qui sont relatifs aux diverses modifications des roches et au métamorphisme, ce mot étant pris dans son acception la plus étendue.

Miroirs.

On sait que les roches, particulièrement lorsqu'elles sont en filons, présentent souvent les surfaces polies et striées par glissement que les mineurs désignent sous le nom de *miroirs*. Il y en a fréquemment dans la serpentine, mais on en rencontre également dans les roches sédimentaires, et M. Ogier Ward (1) a spécialement étudié le phénomène des miroirs dans la craie. Aux environs d'Eastbourne, de Brighton, de Lewes, il y a observé des stries (*Slickensides*) qui ont quelquefois des directions différentes pour un même bloc. Toutefois, sur une même surface, les stries sont parallèles et ont une direction unique. Elles suivent toutes les irrégularités de la surface et, dans certains cas, elles peuvent même être horizontales.

M. Ogier Ward constate que les stries (*Slickensides*) sont simplement superficielles et qu'elles n'ont aucun rapport avec la structure conique (*cone in cone*) qui est au contraire inhérente à la substance elle-même.

Déformations de fossiles appréciées au moyen de la conductibilité des roches pour la chaleur.

M. Henry Dufet (2), agrégé préparateur à l'École normale supérieure, a montré que certaines roches schisteuses n'ont pas, dans le plan de schistosité, une égale conductibilité pour la chaleur; l'ellipsoïde formé par les points d'égale température autour

(*) Cette partie a été traitée par M. Delesse.
(1) *Quarterly J. Geol. Soc.*, XXXI, 113.
(2) *Annales scientifiques de l'École normale supérieure*, mai 1875.

d'un point échauffé présente trois axes inégaux, et quelquefois il se rapproche beaucoup d'un ellipsoïde de révolution allongé.

Cette observation a permis à M. Dufet de tenir compte des déformations subies par les fossiles contenus dans ces roches. Les schistes, sur lesquels les recherches ont été faites, avaient été recueillis à Sion (Loire-Inférieure), localité bien connue pour ses trilobites appartenant à la zone à Calymene Tristani. Leurs déformations proviennent, comme l'a montré M. Dufet, d'une pression perpendiculaire au plan de schistosité, et ayant déterminé, dans ce plan, un écoulement inégal de la roche au moment où elle possédait encore une certaine plasticité. Deux lignes perpendiculaires primitivement, comme sont l'axe du trilobite et le bord du bouclier céphalique, deviennent par la compression deux diamètres conjugués de l'ellipse que donnerait par déformation un cercle contenu dans le plan de schistosité. Les angles que font ces deux lignes entre elles et avec l'axe de l'ellipse, déterminé par la ligne de plus grande conductibilité calorifique, permettent de construire cette courbe et par suite de retrouver, soit par le calcul, soit, plus simplement, par une construction graphique, les vraies dimensions du trilobite déformé.

En opérant ainsi, M. Dufet a pu donner une diagnose plus exacte de l'espèce la plus commune dans ces schistes, Ogygia Brongniarti, M. Rouault (Og. Desmaresti, Br.). Les caractères des Ogygies de Bretagne sont discutés dans cette note, en même temps qu'est décrite une espèce nouvelle, Ogygia (?) Delessei, Dufet, caractérisée par l'obliquité des segments de son pygidium, l'étroitesse du lobe médian et l'existence d'une pointe à l'extrémité du pygidium; cette espèce semble avoir été confondue avec Ogygia Brongniarti ou avec Ogygia Edwardsi.

Production des minéraux.

Péridot, pyroxène.

M. Lechartier (1) a obtenu des cristaux de péridot ou de pyroxène, en faisant fondre du chlorure de calcium avec de la silice, du kaolin et de la magnésie, ou bien avec de la chaux et de l'oxyde de fer, c'est-à-dire avec les substances qui sont nécessaires à la formation de ces minéraux.

(1) *Comptes rendus*, LXXV, 1187. — *Revue de géologie*, VII, 311.

Platine magnétipolaire.

Certains échantillons de platine natif, non-seulement agissent sur l'aiguille aimantée, mais encore sont magnétipolaires, à la manière de véritables aimants. Le platine doué de cette propriété est toujours allié à une quantité de fer très-notable qui va jusqu'à 12 p. 100, ainsi que cela résulte des recherches de Berzélius et de M. Henry Sainte-Claire-Deville (1).

Les pépites de platine étant des alliages très-complexes des métaux qui appartiennent au groupe du platine et de plusieurs autres, M. Daubrée (2) a pensé que pour se rendre compte de la cause de leur polarité magnétique, il convenait de procéder par la synthèse.

Il résulte d'une série d'expériences dans lesquelles M. Daubrée a fondu du platine avec du fer, que la présence de ce dernier métal, dans une proportion voisine de celle où il se trouve dans les pépites naturelles magnétipolaires, donne des alliages qui, au sortir même du creuset, manifestent également un magnétisme polaire très-prononcé, et cela sans passer par aucune opération spéciale, par aucune touche.

Cet état magnétipolaire, qui s'acquiert en peu d'instants, ne peut provenir que d'une forte induction magnétique, qu'il était très-naturel d'attribuer à l'influence du globe. Pour contrôler cette explication et voir quelle est l'action inductrice du globe, sur la situation des pôles qui prennent ainsi naissance, M. Daubrée a fondu un petit barreau, en le disposant pendant sa fusion dans le plan du méridien magnétique. Dès qu'il a été solidifié, il a été placé encore très-chaud parallèlement à l'aiguille d'inclinaison jusqu'à son refroidissement complet. Le barreau ainsi obtenu présente vers ses extrémités deux pôles très-énergiques, qui sont disposés exactement comme ceux de l'aiguille aimantée. On peut s'assurer que cette disposition des pôles n'est pas fortuite; car, ce même barreau chauffé au rouge, et dans une situation diamétralement inverse de celle de la précédente expérience, prend des pôles aussi énergiques que les premiers, mais ses pôles sont renversés.

Ces faits, dit M. Daubrée, montrent l'importance que l'action générale du globe doit avoir eue sur la disposition des pôles dans

(1) *Comptes rendus*, LXXX, 589.
(2) *Comptes rendus*, LXXX, 526.

les divers minéraux et roches magnétiques, au moment où ces minéraux et ces roches se sont formés, importance qu'elle possède encore à tout instant.

Pseudomorphisme.

Bois changé en gypse.

Dans son exploration de la région des Chotts (Algérie), M. H. Le Chatelier a constaté d'une manière bien nette que le bois peut être pseudomorphosé par le gypse. Les troncs d'arbres enfouis dans le sable et surtout leurs racines présentent, en effet, des transformations en gypse qui s'opèrent graduellement et progressent de la circonférence vers le centre, de sorte que les parties centrales et les plus dures sont altérées les dernières. Ce pseudomorphisme se produit encore maintenant et doit simplement être attribué à l'action de l'humidité circulant dans le sable des Chotts qui est lui-même plus ou moins imprégné de gypse.

Décomposition.

Transformation des roches en terre végétale.

Jouxtens. — Deux échantillons provenant de la décomposition de la mollasse grise, lacustre, des environs de Lausanne, formant (I) le sol végétal et (II) le sous-sol dans un pré de Jouxtens, ont été étudiés comparativement par M. E. Risler (1); le tableau suivant résume l'ensemble de leurs propriétés.

	Densité.	Pouvoir absorbant pour l'eau.	ANALYSE physique.			ANALYSE CHIMIQUE. PARTIE ATTAQUABLE PAR L'EAU RÉGALE.											Partie inattaquable par l'eau.
			Pierres.	Sable.	Argile.	Al^2O^3	Fe^2O^3	CaO	MgO	KO	NaO	PO^5	CO^2	Eau.	Matières organiq.	Az.	
I	2,64	29,9	3,46	83,57	12,97	2,24	3,06	0,59	1,46	0,06	0,04	0,04	0,56	1,30	1,76	0,07	88,35
II	2,67	16,9	1,03	93,13	5,84	1,98	3,35	2,73	3,55	0,04	0,02	0,03	1,61	1,26	1,51	?	83,92

Ainsi, dans la transformation de la mollasse lacustre en terre

(1) *Journal de la Société d'agriculture de la Suisse romande*, 1875.

végétale, il y a légère diminution de densité, augmentation du pouvoir absorbant pour l'eau, et en même temps accroissement de la proportion d'argile. En ce qui concerne la composition chimique, on voit que le sol végétal contient plus d'acide phosphorique, de potasse et de matières organiques que le sous-sol aux dépens duquel il est formé, mais qu'il a beaucoup moins de carbonate de chaux et de magnésie : ces résultats s'expliquent facilement et sont conformes à ceux qui ont été obtenus déjà pour d'autres sols.

VAUD. — Des recherches analogues ont encore été faites par M. E. Risler sur l'argile bleue compacte, nommée *diot*, laquelle est d'origine glaciaire et tapisse le fond des bassins de la Suisse et de la Savoie qui étaient autrefois occupés par les glaces. Trois échantillons ont été pris, sur un même point, dans un pré, (I) à $0^m,15$ de profondeur, (II) à $0^m,30$ et (III) à $0^m,40$.

	Pouvoir absorbant pour l'eau.	ANALYSE physique.			ANALYSE CHIMIQUE. PARTIE ATTAQUABLE PAR L'EAU RÉGALE.												Partie inattaquable.
		Pierres.	Sable.	Argile.	Al^2O^3	Fe^2O^3	CaO	MgO	KO	NaO	PO^5	CO^2	Cl	Matières organiq.	Eau combiné.	Az.	
	%																
I	46	1,45	25,57	72,98	5,94	6,25	0,52	1,35	0,35	0,09	0,07	1,89	traces	2,45	3,14	0,17	77,95
II	48	1,32	13,76	84,92	4,16	5,53	17,34	0,72	0,37	0,10	0,08	14,41	»	1,97	2,40	0,09	52,94
II	»	0,43	10,05	89,52	4,88	4,64	19,85	1,53	0,31	0,08	0,08	17,27	»	0,99	2,51	»	47.87

On voit que dans la transformation du *diot* en terre végétale, il y a augmentation du sable et surtout diminution du carbonate de chaux qui est facilement dissous par l'acide carbonique de la terre végétale. La diminution des carbonates de chaux et de magnésie est du reste générale dans les sols calcaires (1).

Altération des combustibles par l'air.

L'altération que les combustibles éprouvent, lorsqu'ils sont exposés à l'air, dépend essentiellement de leurs caractères minéralogiques ainsi que de leur composition; voici les résultats obtenus par M. M'Creath (2) pour des houilles bitumineuses de la Pennsylvanie :

(1) *Revue de géologie*, XII, 197.
(2) *Second geological Survey of Pennsylvania*, 1874-1875. *Report of progress in the laboratory of the Survey at Harrisburg.*

A Houille bitumineuse, fraîche, de la houillère Franklin.
A' Id. après six mois.
B Houille bitumineuse, fraîche.
B' Id. après six mois.
C Houille à gaz, fraîche.
C' Id. après trois mois.

	Eau.	Matières volatiles.	Carbone fixe.	Soufre.	Cendres.	Somme.	Coke.
A	1,94	22,72	71,62	0,55	3,78	100,01	75,34
A'	1,06	22,70	72,08	0,52	3,65	100,01	76,24
B	1,94	22.72	71,56	»	3,78	100,00	75,34
B'	1,06	22,70	72,59	»	3,65	100,00	76.24
C	1,03	38,23	52,56	1,71	6,47	100,00	60,74
C'	0,81	38,52	52,35	1,69	6,63	100,00	60,67

On voit que les houilles de Pennsylvanie, qui ont été expérimentées, n'ont éprouvé que peu de changements dans leur composition chimique, même après une exposition à l'air de plusieurs mois. Il est possible que ce résultat tienne à ce que ces houilles n'ont qu'une faible quantité d'eau; on conçoit, en effet, qu'un combustible, contenant beaucoup d'eau et ayant une structure spongieuse, absorbera plus d'oxygène en convertissant son hydrogène carboné en eau et en acide carbonique (1).

Gaz contenus dans les combustibles frais ou exposés à l'air.

Des recherches comparatives ont été faites par M. Meyer (2) sur la composition des gaz qui sont contenus dans les houilles de Bochum, suivant qu'elles sont à l'état frais (I) ou bien extraites de la mine depuis une année (II) :

NOM de la houille exploitée.		CO^2	O	Az	C^2H^4	100 grammes de houille contiennent de gaz :
						centim. cubes.
Diekebank	I	2,18	2,12	70,51	25,19	43,3
	II	15,84	3,06	74,53	6,57	41,2
Sonnenschein	I	4,87	2,66	75,82	16,65	50,6
	II	11,12	2,86	78,60	7,40	43,2
Leonhard	I	3,72	0,39	90,19	5,70	42,0
	II	8,49	3,57	87,94	traces	36,4

D'un autre côté, M. Zitowitsch a également déterminé la composition chimique du gaz renfermé dans un lignite terreux de Bohême et il a obtenu :

CO^2	O	Az	CO
83,99	0,65	14,91	1,04

(1) *Revue de géologie*, XI, 202.
(2) *Jahresbericht der Chemie für 1872*, 1045. — *Revue de géologie*, XI, 29.

En outre M. Meyer a trouvé dans le gaz de houilles, provenant de Zwickau, qui étaient restées pendant plusieurs années à l'air, une proportion de C^4H^6 qui s'élevait à 18 et même à plus de 23 p. 100.

Altération du feldspath et des roches feldspathiques par l'eau pure ou contenant divers réactifs.

De nouvelles recherches ,analogues à celles de M. Daubrée, ont été faites sur l'action que l'eau, pure ou contenant divers réactifs, exerce sur les roches feldspathiques.

Opérant sur une série de roches de l'Auvergne, M. Truchot (1) en a pris 10 grammes qui, préalablement réduits en poudre, ont été mis pendant plusieurs jours dans de l'eau, chargée d'acide carbonique, sous la pression de 8 atmosphères; il a déterminé ensuite les substances dissoutes dans un litre d'eau en dosant spécialement la chaux, la potasse, l'acide phosphorique, substances qu'il est le plus utile de connaître au point de vue agricole :

ROCHES.	SUBSTANCES dissoutes.	CaO	KO	PO^5
	gr.	gr.	gr.	gr.
Granite de Montaigut	0,080	»	0,010	»
— de Trézioux	0,090	»	0,009	»
Lave de Gravenoire	0,160	0,040	0,006	0,001
— de Volvic	0,175	0 025	0,008	traces
Domite du Puy-de-Dôme	0,182	traces	0,006	traces
Scorie basaltique	0,265	0,045	0,008	0,001
Pouzzolane de Gravenoire	0,210	0,055	0,005	0,001
Trachyte du mont Dore	0,290	traces	0,018	traces

D'après ces résultats, on voit que l'eau, chargée d'acide carbonique, attaque beaucoup plus fortement le trachyte que le granite; comme elle dissout surtout de la silice, cela peut expliquer la fréquence de l'opale et des dépôts siliceux dans les fentes qui traversent le trachyte.

— M. Cossa a étudié, de son côté, l'altération que subit dans l'eau la syénite de Bielle. Cette roche étant finement pulvérisée, l'eau distillée en dissout 0,18 p. 100, à la température ordinaire, et 0,42 à 100°; l'eau saturée d'acide carbonique en dissout jusqu'à 0,63 à la température ordinaire. Enfin, avec l'eau saturée par du sulfate de chaux, la proportion dissoute s'élève

(1) *Observations sur la composition des terres arables de l'Auvergne.*

A Houille bitumineuse, fraîche, de la houillère Franklin.
A' Id. après six mois.
B Houille bitumineuse, fraîche.
B' Id. après six mois.
C Houille à gaz, fraîche.
C' Id. après trois mois.

	Eau.	Matières volatiles.	Carbone fixe.	Soufre.	Cendre
A	1,94	22,72	71,62	0,55	
A'	1,06	22,70	72,08	0,52	
B	1,94	22,72	71,56	»	
B'	1,06	22,70	72,59	»	
C	1,03	38,23	52,56	1,71	
C'	0,81	38,52	52,35	1,69	

On voit que les houilles de Penns... ou par
mentées, n'ont éprouvé que peu de ... On déter-
position chimique, même après une ... avaient été
mois. Il est possible que ce résulta...
n'ont qu'une faible quantité d'ea...
combustible, contenant beaucou...
spongieuse, absorbera plus d'o...
drogène carboné en eau et en ...

	gO	Fe²O³, Al²O³	SiO²
58	0,006	»	0,049
.076	0,004	0,009	0,069
,067	0,003	0,008	0,061
0,013	0,004	»	0,159
5 trace	7,569	»	0,048
74	1,906	0,016	» 0,033
,094	0,122	0,035	» 0,066
»	0,091	0,008	0,004 0,032

Gaz contenus dans les con...

Des recherches comparati... sont intéressantes à plus d'un
sur la composition des gaz ...
Bochum, suivant qu'elles so... ...ue, si le feldspath est décomposé
la mine depuis une année ... encore plus facilement par l'eau
...l l'est surtout par l'eau contenant du
... sel marin, substances que l'on sait se
...étales et aussi dans les eaux s'infiltrant

NOM de la houille exploitée.		CO
Diekebank	I	
	II	
Sonnenschein	I	
	II	
Leonhard	I	
	II	

...nésie caustiques mettent en liberté les
...uant au gypse, il paraît dégager plus spé-
et la magnésie. On peut donc, d'après les
...eyer, se rendre compte des effets de décom-
D'un autre côté, ...haulage et le plâtrage produisent sur les terres
position chimique ...ulièrement lorsqu'elles sont formées aux dépens
hème et il a obte...thiques.

...ique de la magnésie sur le feldspath explique
...portant que joue cette base dans la décomposition

(1) *Revue de ...logie*, XII, 11.
(2) *Jahresbe...* [2], CL, 193.

'nomènes de pseudo-

ment en
soude des
de magné-

pécial.

a Elspeet, dans la Ve-
par terre, sur une circon-
de laquelle on apercevait
ans la continuation desquels
nt le sable diluvien sur plus de
deur. D'après M. P. Harting (3),
tubes vitrifiés, ayant une forme
gulière. A l'extérieur de ces tubes, il
des parties charbonneuses, provenant
a terre végétale. A l'intérieur, la sub-
he, mais devient souvent noir brunâtre,
é à du goudron, résultant de l'action exer-
ar la chaleur de la foudre. Au microscope,
staté que la surface émaillée de l'intérieur des
drée de points blancs, anguleux, qui sont des
sse vitrifiée. De plus elle présente une multitude
ont le diamètre est généralement compris entre 0,01
nètres, qui ont été produites par la vapeur d'eau;
ins endroits cette dernière a même formé comme des
d'explosions microscopiques, qui, en crevant, ont projeté
ts éclats blancs qu'on trouve incrustés dans la surface
iée.

l'aide du microscope, muni de 2 nicols, M. Harting a con-
até que la silice du fulgurite d'Elspeet jouit du pouvoir polari-
sant; on peut se demander toutefois si cela tient à sa cristallisa-
tion ou bien à une pression qui aurait été exercée sur le verre par

(1) Voir *Revue de géologie*, XI, 203, 204.
(2) A. Papier: *Catalogue minéralogique algérien.*
(3) *Notice sur un cas de formation de fulgurites dans le sol de la Néerlande.* Amsterdam, 1874.

à 0,43 : pour du granite de Baveno, M. Cossa n'a d'ailleurs trouvé que 0,29 dans les mêmes conditions (1).

— Enfin, M. A. Beyer (2) a entrepris avec MM. Birner, Ulbricht et Heinrich une série de recherches sur la décomposition du feldspath orthose : 1 kilogramme de feldspath, finement pulvérisé, était mis chaque fois dans 2 litres 1/2 d'eau, tantôt pure, tantôt additionnée de divers réactifs. Les expériences ont duré environ 5 mois et avaient lieu à l'abri du contact de l'air, spécialement quand le feldspath était traité par de la chaux vive ou par de la magnésie, car ces bases se seraient carbonatées. On déterminait ensuite le poids en grammes des substances qui avaient été dissoutes dans les 2 litres 1/2 d'eau :

RÉACTIFS EMPLOYÉS.	ÉQUIVALENT.	KO	NaO	CaO	MgO	Fe^2O^3, Al^2O^3	SiO^2
Eau distillée.	»	0,051	0,078	0,058	0,006	»	0,049
Eau et acide carbonique. .	»	0,071	0,114	0,076	0,004	0,009	0,069
Chaux.	0,1	0,209	0,174	0,067	0,003	0,008	0,061
Magnésie.	1,0	0,359	0,315	0,013	0,004	»	0,159
Magnésie et ac. carbonique.	1,0	0,312	0,255	trace	7,569	»	0,048
Gypse.	0,2	0,053	0,074	1,906	0,016	»	0,033
Sulfate d'ammoniaque. . .	0,2	0,161	0,094	0,122	0,035	»	0,066
Chlorure de sodium. . . .	0,2	0,163	»	0,091	0,008	0,004	0,032

Ces recherches de M. A. Beyer sont intéressantes à plus d'un titre ; elles montrent d'abord que, si le feldspath est décomposé même par l'eau pure, il l'est encore plus facilement par l'eau chargée d'acide carbonique; il l'est surtout par l'eau contenant du sulfate d'ammoniaque ou du sel marin, substances que l'on sait se trouver dans les terres végétales et aussi dans les eaux s'infiltrant dans le sol.

La chaux et la magnésie caustiques mettent en liberté les alcalis du feldspath. Quant au gypse, il paraît dégager plus spécialement la chaux et la magnésie. On peut donc, d'après les recherches de M. Beyer, se rendre compte des effets de décomposition que le chaulage et le plâtrage produisent sur les terres végétales, particulièrement lorsqu'elles sont formées aux dépens de roches feldspathiques.

L'action énergique de la magnésie sur le feldspath explique aussi le rôle important que joue cette base dans la décomposition

(1) *Revue de géologie*, XII, 11.
(2) *Arch. Pharm.* [2], CL, 193.

des minéraux et spécialement dans les phénomènes de pseudomorphisme (1).

Efflorescences de sulfates de soude et de magnésie.

Des efflorescences de sulfates s'observent assez fréquemment en Algérie; ainsi, M. L. Ville a analysé un sulfate de soude des marnes vertes de l'Oued Malah, et M. Renou un sulfate de magnésie provenant du lit desséché de la Mina (2).

Métamorphisme de contact ou spécial.

Fulgurite.

Dans l'été de 1872, la foudre tombant à Elspeet, dans la Veluwe, sur un champ de blé, le couchait par terre, sur une circonférence de 30 mètres, vers le centre de laquelle on apercevait 2 trous de $0^m,03$ à $0^m,04$ de diamètre, dans la continuation desquels se trouvaient des fulgurites traversant le sable diluvien sur plus de $1^m,5$ et se ramifiant dans la profondeur. D'après M. P. Harting (3), ces fulgurites présentaient des tubes vitrifiés, ayant une forme scoriacée, rugueuse, très-irrégulière. A l'extérieur de ces tubes, il y avait des grains de sable et des parties charbonneuses, provenant sans doute du terreau de la terre végétale. A l'intérieur, la substance vitrifiée est blanche, mais devient souvent noir brunâtre, ce qui doit être attribué à du goudron, résultant de l'action exercée sur le terreau par la chaleur de la foudre. Au microscope, M. Harting a constaté que la surface émaillée de l'intérieur des tubes est saupoudrée de points blancs, anguleux, qui sont des éclats de la masse vitrifiée. De plus elle présente une multitude de vacuoles, dont le diamètre est généralement compris entre 0,01 et 0,3 millimètres, qui ont été produites par la vapeur d'eau; dans certains endroits cette dernière a même formé comme des cratères d'explosions microscopiques, qui, en crevant, ont projeté les petits éclats blancs qu'on trouve incrustés dans la surface émaillée.

A l'aide du microscope, muni de 2 nicols, M. Harting a constaté que la silice du fulgurite d'Elspeet jouit du pouvoir polarisant; on peut se demander toutefois si cela tient à sa cristallisation ou bien à une pression qui aurait été exercée sur le verre par

(1) Voir *Revue de géologie*, XI, 203, 204.
(2) A. Papier: *Catalogue minéralogique algérien.*
(3) *Notice sur un cas de formation de fulgurites dans le sol de la Néerlande.* Amsterdam, 1874.

la vapeur d'eau contenue dans les vacuoles? De plus, faisant bouillir le fulgurite avec une dissolution très-concentrée de potasse, M. Harting a trouvé que la proportion de silice dissoute était la même que pour le sable encaissant. Il semblerait donc que dans un fulgurite, la silice n'est pas à l'état amorphe, d'une densité de 2,2, et qu'elle n'est pas complétement soluble dans la potasse, comme celle qui a été obtenue par M. Charles Sainte-Claire-Deville en fondant du quartz.

L'analyse du fulgurite d'Elspeet a été faite par M. van der Star dans le laboratoire de M. J. van Kerckhoff :

SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	CaO	MgO	KO	NaO	Matière insoluble dans ClH.	Matière charbonneuse et perte.	Somme.
90,2	0,9	0,7	0,1	0.5	0,5	0,6	0,9	5,6	100

Bien que le sable contienne habituellement de petites quantités d'alcalis, on peut penser que ces alcalis et les autres bases qui les accompagnent proviennent surtout du terreau et ont été entraînés par la foudre avec les matières charbonneuses. Comme ces bases sont à la proportion de quelques centièmes, on conçoit d'ailleurs qu'elles aient facilité la fusion du quartz et par suite la formation même du fulgurite.

— Résumant les principaux faits connus, particulièrement ceux qui résultent des études de Fiedler, M. Harting observe que les fulgurites forment des tubes dont le diamètre varie ordinairement de 2 à 25 millimètres; accidentellement il peut atteindre 40 millimètres. Le tube principal reste à peu près le même jusqu'aux rameaux latéraux qui se terminent en pointes effilées. La couleur des tubes varie avec le sable dans lequel ils se trouvent; elle est ordinairement noirâtre vers la partie supérieure, près de la terre végétale. Comme Watt l'avait déjà indiqué, les fulgurites doivent leur forme tubulaire à la vapeur d'eau dont l'abondance ou les variations dans la force expansive doivent produire les inégalités de diamètre; mais le diamètre de la foudre elle-même n'est qu'une petite fraction du tube qu'elle engendre par le dégagement de vapeur résultant de la volatilisation de l'eau qui imprègne le sol foudroyé. On a trouvé des fulgurites qui descendent jusqu'à plus de 11 mètres de profondeur.

En outre les fulgurites ne s'observent pas spécialement au sommet des collines de sables, mais plutôt dans les petites vallées qui les séparent. Fiedler a pensé que cela doit être attribué à l'eau

qui imbibe le sol des vallées et qui est nécessaire à la formation du tube.

Sur les sommets des montagnes, notamment dans les Pyrénées et dans les Alpes, on sait du reste que les roches sont souvent vitrifiées à leur surface par des coups de foudre (1).

Chaux phosphatée dissoute au contact de filons de trapp.

PAYS DE GALLES. — D'après MM. H. Hicks et Hudleston (1), les roches cambriennes du Pays de Galles sont quelquefois très-riches en chaux phosphatée, puisque certaines couches n'en contiennent pas moins de 10 pour 100. Il est possible que cette particularité doive en partie être attribuée à l'accumulation des têts de trilobites; car les auteurs ont trouvé plus de 3 p. 100 de phosphate de chaux dans le têt d'un crustacé, tel que le homard.

D'un autre côté, MM. Hicks et Hudleston ont reconnu que la chaux phosphatée a souvent disparu près du contact des couches cambriennes avec les dykes de trapp qui les ont traversés.

Ce résultat peut être rapproché de celui obtenu par M. Delesse (2) qui a constaté, dans des recherches sur le métamorphisme de contact, que la chaux carbonatée, contenue dans des couches de grès ou dans des calcaires, pouvait être dissoute au voisinage immédiat des roches trappéennes qui les traversent. Cette dissolution de la chaux carbonatée et phosphatée doit sans doute être attribuée à des eaux, le plus souvent chaudes et chargées d'acide carbonique, qui ont accompagné l'éruption des trapps et qui se sont infiltrées dans les roches encaissantes, pénétrant surtout dans celles qui étaient facilement perméables.

Baryte sulfatée et dépôt ocreux formés par des eaux minérales.

BUSSANG. — Lors du captage de la source gazeuse alcaline et ferrugineuse, dite Source Marie, à Bussang (Vosges), on a constaté que les parois du griffon principal étaient tapissées d'une croûte de 1 centimètre d'épaisseur moyenne, composée de cristaux de sulfate de baryte atteignant jusqu'à 3 centimètres de longueur, dans les interstices desquels se trouvait une sorte d'ocre jaune rougeâtre. Ces croûtes sont sans doute des dépôts provenant de l'eau minérale. Leur analyse présentait donc un certain intérêt, ainsi que celle des cristaux eux-mêmes; ces analyses, effectuées

(1) *Revue de géologie*, X, 197
(2) *Études sur le métamorphisme des roches.*

par M. Braconnier, ingénieur des mines, ont donné les résultats suivants (1) :

	SO^3,BaO	SO^3,SrO	SO^3CaO	SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	AsO^5	Eau et matières organiques.	Somme.
Cristaux.	93,43	2,65	2,40	0,56	0,60	0,38	»	0,30	100,32
Croûte cristalline ocreuse.	70,10	2,09	2,42	9,50	1,89	9,54	0,72	3,36	99,62

On voit que les cristaux de baryte sulfatée formés par l'eau minérale de Bussang contiennent plusieurs centièmes de sulfates de strontiane et de chaux. L'existence d'une proportion très-notable d'arsenic dans le dépôt ocreux mérite aussi d'être remarquée.

Minerais de fer et de cuivre, strontiane sulfatée et zéolithes formés par des eaux minérales.

Bourbonne-les-Bains. — Un réservoir, dit puisard romain, ayant été mis à sec à Bourbonne-les-Bains, on y a trouvé une boue argileuse et des sables avec des milliers de médailles romaines, la plupart en bronze. D'après les observations faites par M. Daubrée (2), il s'est formé aux dépens de ces médailles de nombreux minerais métalliques qui présentent la plus grande ressemblance avec ceux des anciennes périodes géologiques. Tels sont la chalkosine (cuivre sulfuré), la chalkopyrite (cuivre pyriteux), la phillipsite (cuivre panaché), la tétraédrite (cuivre gris antimonial), en cristaux très-abondants et offrant très-nettement les tétraèdres avec les biseaux. On conçoit que sous l'influence des matières organiques contenues dans la boue du réservoir, il se soit produit des sulfures métalliques aux dépens des sulfates de l'eau minérale.

Tandis que la partie interne de certaines médailles montre encore l'éclat et la couleur du bronze, leur partie externe est changée en une matière blanche, d'apparence terreuse, qui n'est autre que de l'oxyde d'étain. Il y a donc eu, dans ces médailles, un véritable départ : le cuivre est entré dans des combinaisons sulfurées, tandis que l'étain est passé à l'état d'oxyde. Il s'est en outre formé, sur d'autres points, des cristaux de cuprite (cuivre oxydulé), de la mélaconise (cuivre oxydé noir) et de la chrysocole (hydrosilicate de cuivre).

La continuation des travaux de captage a encore conduit à la découverte d'autres espèces; celles à base de plomb sont : la ga-

(1) Lettre à M. Delesse, janvier 1876.
(2) *Comptes rendus*, LXXX, 461; LXXXI, 182 et 1008.

lène, l'anglésite, la cérusite et la phosgénite ou chloro-carbonate de plomb.

La pyrite de fer a été trouvée dans deux parties distinctes du sous-sol, d'abord dans le sable à travers lequel jaillit la source, puis dans un dallage en briques où elle était disséminée, en petits cristaux isolés, au milieu de la chaux unissant les dalles. Ailleurs le fer a été aussi trouvé à l'état de silicate hydraté et de phosphate terreux (vivianite).

En dehors des espèces minérales qui viennent d'être énumérées, M. Daubrée a reconnu, comme à Plombières, des zéolithes qui ont été engendrées, dans les bétons romains, par une réaction sur les substances que renfermaient les maçonneries. Telles sont la chabasie et la christianite (harmotôme calcaire), l'une et l'autre en cristaux maclés comme ceux de la nature et d'autres zéolithes dont l'une paraît appartenir à une espèce nouvelle.

D'après les changements que les eaux thermales ont fait subir à diverses substances inorganiques, il n'y a pas lieu de s'étonner qu'elles aient aussi agi sur les débris organiques qui s'y trouvaient plongés. Ainsi, M. Daubrée a reconnu que des pilotis ont été imprégnés et remplacés en partie par de la calcite cristalline; des cornes de bœuf ont subi le même pseudomorphisme. Enfin des bois de conifères ont encore été fortement imprégnés de peroxyde de fer qui était même accompagné de silicate hydraté de ce métal.

Bourbon-l'Archambault. — La source thermale de Bourbon-l'Archambault a également produit, d'après M. de Gouvenain (1), des phénomènes de métamorphisme analogues à ceux signalés par M. Daubrée à Bourbonne-les-Bains.

Cette source émerge d'une fente dans le gneiss, arrive à la température de 52° et donne 2gr,942 de résidu par litre. M. de Gouvenain a constaté qu'elle tient principalement en dissolution du chlorure de sodium; ce dernier sel est accompagné par des sulfates, des bicarbonates alcalins et terreux avec un peu d'alumine, d'oxyde de fer et de silice. Le fluor y est à la dose de 3 milligrammes par litre, le brome à celle de 7 milligrammes, et il y a des traces bien nettes d'iode. L'analyse spectrale indique de plus du cœsium, du rubidium, ainsi que des traces de strontiane dans les incrustations calcaires des conduites.

Dans le curage du réservoir, M. de Gouvenain a trouvé des pièces de bronze remontant à l'époque des empereurs romains,

(1) Communication de l'auteur.

qui ont subi les mêmes altérations qu'à Bourbonne ; en effet, au contact du métal, il s'est formé une couche noire de cuivre sulfuré, à laquelle succède de la phillipsite ou cuivre panaché, puis du cuivre pyriteux empâtant des grains de sable. Dans un échantillon, entre la phillipsite et le cuivre pyriteux, il s'est en outre formé de la strontiane sulfatée qui était même cristallisée et transparente.

Une barre de fer métallique s'est en partie transformée en pyrite de fer et M. Daubrée (1) a reconnu de plus qu'elle était entourée par une masse cristalline de sidérose.

Sous l'influence des sulfates et des matières organiques contenues dans les eaux minérales, il est visible que le cuivre et le fer se sont métamorphosés en sulfures.

M. de Gouvenain constate que, dans le voisinage de la fente par laquelle sort la source de Bourbon-l'Archambault, le gneiss encaissant passe à une pegmatite traversée par de nombreuses veinules d'un spath fluor violet, qui toutefois a dû venir à une époque antérieure.

D'un autre côté, sur les parois mêmes de la fente, M. de Gouvenain a trouvé une brèche peu consistante, formée de grains de quartz hyalin avec de rares parcelles de cuivre ; il y a de plus quelques fragments de galène, ainsi que de la strontiane sulfatée qui devient quelquefois aussi abondante que le quartz.

Calcaire changé en gypse.

Kchiuta. — Le gîte de soufre de Kchiuta, à 15 kilomètres au nord du village Tschirgat, dans le Daghestan oriental, était exploité par Schamyl, pour la fabrication de la poudre. D'après M. Arzruni (2) qui l'a visité, le soufre y est cristallin, d'un jaune paille foncé, légèrement translucide, et de gros morceaux sont souvent complétement purs. Il forme des nids ainsi que des lentilles dont l'épaisseur dépasse 4 mètres, en plusieurs endroits. Autour du soufre, on rencontre du gypse cristallisé, puis du calcaire; ce dernier est intercalé dans des marnes qui plongent de 18° vers le N.-O. Dans le gypse on a trouvé un fossile qui est changé lui-même en gypse et qui a été rapporté au Cerithium plicatum par M. le docteur Sievers.

D'après M. H. Abich (3), auquel on doit une étude géologique du Daghestan, le soufre de Kchiuta est d'origine neptunienne et

(1) *Comptes rendus*, LXXX, 1300.
(2) *Neues Jahrbuch*, 1875, 49.
(3) *Mémoires de l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg*, 1862, IV.

provient sans doute de dépôts qui ont été formés par des eaux contenant du gaz sulfhydrique : quant au gypse, il paraît provenir de la décomposition du calcaire; il résulterait donc d'un métamorphisme, comme le gypse de Saltville, étudié par M. Lesley (1). Cette théorie est d'autant plus vraisemblable qu'il existe encore un grand nombre de sources sulfureuses dans le Caucase, notamment sur le flanc sud, à Tiflis, dans la vallée Ilissu, etc.

Toutefois, comme l'observe M. Abich, il y a aussi du soufre d'origine volcanique dans le Caucase, et c'est spécialement le cas pour celui de l'Elbrous.

Combustibles changés en coke par le trapp.

Colorado. — Les combustibles du Colorado, étudiés par M. Chaper, fournissent des exemples remarquables de métamorphisme au contact de roches trappéennes. Des essais ayant pour but de déterminer les changements subis par ces combustibles ont été faits sous la direction de M. Moissenet, au Bureau d'essais de l'École des mines. A Walsemberg, le combustible normal A est métamorphosé en un coke friable A', sur toute son épaisseur qui est environ de $1^m,3$; ce métamorphisme a été produit par un trapp très-compacte, rempli d'amygdaloïdes calcaires, qui a une puissance de 6 mètres. Près de Trinidad, dans un vallon de la rive gauche du Purgatoire, le combustible B est de même complétement métamorphosé en un coke B' qui est dur et présente une structure prismatique bien caractérisée.

	A	A'	B	B'
Matières volatiles. .	34,80	16,00	33,60	3,40
Carbone fixe.	61,20	71,00	62,90	68,60
Cendres.	4,00	13,00	3,50	28,00
Somme.	100,00	100,00	100,00	100,00

Comparant la conductibilité de ces combustibles pour l'électricité, en les maintenant à l'aide d'une pince de zinc dans une dissolution du sulfate de cuivre, M. Moissenet a constaté que A ne reçoit pas de dépôt de cuivre, tandis que A' en donne un très-faible au bout d'un quart d'heure et que sur B' le dépôt de cuivre est immédiat et très-abondant; ainsi, le coke naturel, qui accuse le métamorphisme le plus énergique, possède la conductibilité

(1) *Revue de géologie*, XII, 202.

électrique la plus grande; cette dernière est même supérieure à celle du coke artificiel.

L'analyse des cendres du coke B' a montré d'ailleurs qu'elles étaient formées de 15 p. 100 de carbonate de chaux, 10 p. 100 d'argile et 3 p. 100 de quartz.

Ces résultats viennent confirmer ceux obtenus précédemment par M. Delesse (1); ils montrent que le combustible au contact des filons de trapp du Colorado a quelquefois subi l'action de la chaleur qui l'a changé en coke; mais il n'a pas toujours perdu complétement ses matières volatiles; de plus, bien que les échantillons comparés AA' et BB' n'appartiennent pas à la même couche, l'augmentation des cendres, qui est très-notable près du contact, fait bien voir que le combustible a été fortement imprégné de matières minérales. A la mine des environs de Trinidad, en particulier, l'éruption du trapp devait être accompagnée d'eaux siliceuses, puisque M. Chaper a observé des cristaux de quartz qui tapissent les fissures de la roche encaissante.

Nodules de silicates et dépôts salins formés dans les laves.

SANTORIN. — En analysant des nodules empâtées dans les laves provenant de la dernière éruption de Santorin, M. Fouqué (2) a reconnu qu'ils sont formés de Wollastonite avec du pyroxène Fassaïte et du grenat mélanite. Conformément à ce qui a été observé sur le métamorphisme du calcaire au contact des roches volcaniques ou plutoniques, il est permis de croire que la Wollastonite et ces silicates contenant de la chaux proviennent de fragments calcaires qui ont été enveloppés par la lave.

M. Fouqué a encore analysé plusieurs dépôts salins qui, lors de l'éruption de mai 1866, s'étaient formés dans des fentes et sur la lave de Santorin. Ces dépôts ont ordinairement une blancheur éclatante; l'eau leur enlève surtout du sel marin et une petite proportion de sulfate de soude. Le plus souvent M. Fouqué a trouvé dans la dissolution un peu de bicarbonate de magnésie et, dans certains cas, du chlorure de magnésium. Quant au résidu insoluble dans l'eau, il consiste en carbonate de magnésie dont la proportion a dépassé 21 p. 100 dans un échantillon; parfois il y a aussi un sulfate basique d'alumine, ainsi que des traces d'hydroxyde de fer et de sulfate de chaux.

Ces dépôts salins sont attribués par M. Fouqué à une infiltration

(1) *Annales des mines : Études sur le métamorphisme des roches.*
(2) *Comptes rendus*, LXXX.

de l'eau de la mer qui s'est trouvée en contact avec la lave incandescente; les sels en dissolution ont été volatilisés ou bien encore entraînés par des vapeurs contenant soit de l'acide chlorhydrique, soit de l'acide carbonique, qui ont pu contribuer à leur faire subir ensuite des modifications.

M. Charles Sainte-Claire-Deville (1), d'un autre côté, préfère ne pas faire intervenir l'infiltration de l'eau de la mer; par cela même que ces dépôts salins se sont formés dans la phase primitive de l'éruption, il les regarde comme les produits directs des fumerolles et des émanations volcaniques.

Métamorphisme normal ou général.

Empreinte végétale dans la protogine.

Des débris fossiles, encore reconnaissables et appartenant à des animaux ou à des végétaux, ont souvent été signalés dans des roches métamorphiques, qui ont pris une structure cristalline, même lorsqu'il s'y est développé des cristaux de feldspath. Mais il est beaucoup plus extraordinaire d'en trouver jusque dans des roches feldspathiques orthosées et à structure granitoïde; c'est cependant ce qui a été bien constaté par M. de Sismonda. On doit en effet, à ce savant, la découverte, dans un bloc erratique de protogine, d'une empreinte fossile que M. Schimper a rapporté à l'Annularia sphenophylloïdes du terrain houiller (2).

Minéraux nouveaux associés au corindon dans les roches métamorphiques.

Dans une étude sur le corindon, M. F. A. Genth (3) fait connaître un assez grand nombre de minéraux qui lui sont associés, et parmi lesquels plusieurs ont reçu des noms nouveaux; comme ils se sont formés dans des roches métamorphiques, nous allons donner ici leurs principales propriétés, particulièrement leur densité et leur composition chimique :

---

(1) *Comptes rendus*, LXXX, 834.
(2) *Revue scientifique*, 1876. — Voir aussi *Revue de géologie*, IV, 115.
(3) *Corundum, its alterations and associated minerals; Contributions from the Laboratory of the University of Pennsylvania*, n° 1; 36, 37, 38. — *Journal für praktische Chemie*, von Kolbe, IX, 49.

	A		B		C		D		E		F
DENSITÉ.	2.303		2,827		»		2,810		2.851		»
		oxygène.		oxygène.		oxygène.		oxygène.		oxygène.	
SiO^2.	38,29	20,42	34,22	18,25	29,23	15,59	29,90	15,95	28,84	15,38	32,42
Al^2O^3.	11,41	5,32	21,53	10,03	37,52	17,48	27,59	12,86	39,65	18,48	28,42
Fe^2O^3.	1,95	0,59	12,41	3,72	1,33	0,40	3,12	0,94	2,12	0,64	4,95
FeO.	0,32	0,07	0,32	0,07	2,41	0,54	9,17	2,04	»	»	1,72
(Ni, Co)O. . .	0,25	0,05	0,12	0,03	»	»	»	»	»	»	»
MgO.	26,40	10,46	14,46	5,78	17,28	6,91	17,10	6,84	1,26	0,50	16,87
CaO.	»	»	»	»	»	»	»	»	14,75	4,21	»
LiO.	»	»	traces	»	traces	»	traces	»	»	»	0,19
NaO.	»	»	0,51	0,13	6,48	1,67	0,58	0,15	0,48	0,12	1,5
KO.	»	»	5,70	0,97	2,44	0,41	2,33	0,40	1,60	0,27	0,55
HO.	21,25	18,89	11,85	10,53	3,66	3,20	11,51	10,23	10,41	9,25	13,43
Somme. . .	99,87		101,12		100,35		101,30		99,11*		100,12

* Résidu de quartz 2,17

La *Kerrite*, dédiée au professeur M. C. Kerr, se rencontre à la mine Culsagee près Franklin, dans la Caroline du Nord; elle présente une multitude de petites écailles, très-tendres, ayant un éclat perlé et une couleur jaune verdâtre, tirant sur le brun. Elle fond en émail blanc et se décompose complétement par l'acide chlorhydrique. Son analyse (A) faite par M. Th. Chatard a donné la formule :

$$2(3RO,2SiO^2) + (R^2O^3,SiO^2) + 10HO.$$

Un sixième de RO consiste en alcalis.

La *Maconite* tire son nom du comté Macon, dans la Caroline du Nord. Elle est aussi en petites écailles et ressemble à la *Jeffersite* du professeur Brush. Sa couleur est le brun foncé, avec éclat perlé, presque métallique. Au chalumeau elle se gonfle beaucoup et fond en un verre brun. L'acide chlorhydrique la décompose encore complétement. D'après la moyenne de deux analyses (B) de M. Th. Chatard, elle se laisse représenter par

$$3RO,2SiO^2 + 2(R^2O^3,SiO^2) + 5HO.$$

La *Willcoxite* paraîtrait également être un minéral nouveau qui consiste en écailles blanc verdâtre ou blanc grisâtre, ressemblant beaucoup à du talc. L'acide chlorhydrique le décompose avec difficulté. Son analyse (C) faite par M. le docteur Geo. A. Koenig conduit à la formule :

$$3(2RO,SiO^2) + 2(2R^2O^3,SiO^2) + 2HO.$$

Un cinquième de RO consiste en alcalis et il y a même des traces de lithine.

La *Pattersonite* est associée à la *Lesleyte* d'Unionville; son analyse (D) faite par M. Genth sur un échantillon-type, envoyé par M. J. Lea, a donné des rapports d'oxygène voisins de ceux de la Thuringite et la formule :

$$2(3RO,SiO^2) + 3(R^2O^3,SiO^2) + 6HO.$$

Un *minéral terreux de Gainesville*, en Géorgie, est associé à la margarite. Il est tendre, à grain fin d'une couleur isabelle ou rouge de chair. Son analyse (E) conduit à la formule :

$$2(2RO,SiO^2) + (5R^2O^3,4SiO^2) + 7HO.$$

La *Dudleyite*, qui se trouve à la mine de Cullakenee, est un minéral, ayant la couleur du bronze et fondant difficilement en une masse brunâtre; son analyse (F) a fourni la formule :

$$2(3RO,2SiO^2) + (4R^2O^3,3SiO^2) + 10HO.$$

Ces minéraux sont généralement très-riches en alumine, comme il était naturel de le penser d'après la composition de ceux auxquels ils sont associés; toutefois, contrairement à l'opinion qui les fait dériver d'altérations, nous sommes porté à croire qu'ils ont pour la plupart cristallisé en même temps que le corindon et la roche qui les contient et qu'ils se sont formés par métamorphisme (1).

Comment concevoir, en effet, qu'un minéral, aussi inaltérable que le corindon, ait pu se décomposer en d'autres minéraux anhydres, qui ne sont pas moins inaltérables que lui, comme le spinelle, la fibrolite, le disthène? Comment concevoir aussi qu'il se soit métamorphosé, tantôt en chlorite et en pyrophyllite, tantôt en damourite, en divers micas, en feldspaths et même en tourmaline ou en lazulite, ainsi que l'admet la théorie proposée?

Métamorphisme des filons métallifères par des croiseurs.

Cornouailles. — M. Tregay (2) a étudié l'influence que les croiseurs exercent sur la richesse des filons du Cornouailles, en considérant comme croiseurs de petits filons locaux dont la longueur excède peu la puissance du filon principal. Il paraît que, quand ces croiseurs sont remplis par de la chaux carbonatée, le filon métallifère qu'ils traversent se trouve en général enrichi sur leur passage. Le contraire a lieu quand les croiseurs sont creux ou remplis par du quartz.

(1) *Revue de géologie*, XII, 204; XI, 211.
(2) *Rep, miner's Assoc. Cornwall and Devon*, 1872-1873, 57.

Relation entre les phénomènes éruptifs et métamorphiques.

ROYAUME-UNI. — M. Archibald Geikie (1) a cherché à résumer dans un tableau la relation, de cause à effet, qui lui paraît exister entre les phénomènes volcaniques ou plutôt éruptifs du Royaume-Uni et entre les roches métamorphiques :

PÉRIODES GÉOLOGIQUES.		MÉTAMORPHISME PRODUIT.	CAUSES DU MÉTAMORPHISME.
Tertiaire.	Miocène.	Plusieurs roches altérées à Skye, Arran, etc.	Nombreuses éruptions volcaniques dans le nord-ouest.
Paléozoïque.	Postérieure au carbonifère.	Région granitique du Cornouailles, etc.	? Phénomènes éruptifs à Tor et dans le Devonshire. Volcans permiens de l'Ayrshire, etc.
	Postérieure au Caradoc.	Métamorphisme de la partie élevée de l'Ecosse.	Volcans carbonifères de l'Ecosse centrale. Grande activité volcanique pendant la formation du vieux grès rouge.
	Llandeilo.	Métamorphisme à Anglesea, etc.	Volcans appartenant au silurien inférieur du Pays de Galles, du Cumberland, etc.
	Antérieure au cambrien.	Gneiss laurentien des Hébrides, etc.	?

Remarquons au sujet de ce tableau que le métamorphisme produit dans le Royaume-Uni, pendant les différentes périodes géologiques, doit beaucoup plus être attribué au développement de la structure cristalline et à l'ensemble des phénomènes éruptifs qu'à des phénomènes volcaniques proprement dits; car les traces de l'action de la chaleur y sont locales et exceptionnelles.

Résumé sur le métamorphisme.

Nous terminerons ce qui concerne le métamorphisme par un résumé des idées que M. l'abbé Stoppani (2) a formulées sur cette question dans le cours de géologie qu'il vient de publier.

M. l'abbé Stoppani donne au mot *métamorphisme* la plus grande extension dont il soit susceptible, et comprend sous cette dénomination les modifications de toutes natures que peuvent éprouver les roches, après leur première formation. Il examine, en conséquence, les altérations des roches superficielles par les agents atmosphériques, et il cite, notamment, la transformation des roches feldspathiques en kaolin.

(1) *Neues Jahrbuch*, 1875, 211.
(2) *Corso di geologia*. Milan. (Extrait par M. J. de Cossigny.)

Il passe ensuite aux actions mécaniques exercées sur les roches par la pression due aux poids des couches supérieures et par les oscillations, les plissements, les soulèvements et, en un mot, toutes les dislocations de l'écorce terrestre.

Relativement au métamorphisme proprement dit, c'est-à-dire à celui qui met plus spécialement en jeu les forces chimiques, le professeur Stoppani distingue : — 1° Le *métamorphisme de contact* résultant du contact immédiat des roches éruptives, avec les roches encaissantes ; il montre, en s'appuyant surtout sur les travaux de M. Delesse, que ce genre de métamorphisme est essentiellement localisé et qu'il ne s'étend guère à plus de quelques mètres, souvent à quelques centimètres seulement des surfaces de contact, lors même que les roches éruptives étaient à une haute température au moment de leur apparition ; — 2° Le *métamorphisme périmétrique*, dont les effets se font sentir notablement plus loin que ceux du précédent, et qui est dû à divers phénomènes accessoires ou consécutifs de l'apparition des roches éruptives, tels que les émissions de vapeurs ou la production de sources thermales ; — 3° Le *métamorphisme d'infiltration* qui comprend les phénomènes résultant de l'infiltration des eaux superficielles, généralement chargées au début d'oxygène et d'acide carbonique, lesquelles circulent à travers les pores des roches. Dans ce mouvement de descente de l'eau, les conditions de pression et de température varient d'un point à un autre, ainsi que la composition des roches traversées et celle des substances contenues dans l'eau ; il en résulte que, tantôt celle-ci enlève aux roches certains éléments (métamorphisme *négatif*), tantôt leur cède de nouveaux minéraux (métamorphisme *positif*) ; — 4° Le *métamorphisme régional* qui ne diffère pas, en principe, du précédent ; pour le concevoir il suffit de considérer le phénomène sur de plus vastes étendues, de le suivre jusqu'à des profondeurs considérables et de se rappeler que, conformément aux expériences de M. Daubrée, l'action de l'eau sur les matières minérales devient très-énergique à des températures élevées, maintenues à l'aide de pressions convenables, qu'enfin, dans ces conditions, tous les minéraux ont une tendance extrêmement prononcée à prendre l'état cristallin.

L'auteur, passant en revue les principaux effets du métamorphisme d'infiltration, explique la formation des roches cariées, la destruction ou les diverses altérations des fossiles, les cas variés de pseudomorphisme, les pétrifications siliceuses, la production au sein des roches de minéraux étrangers à leur propre origine,

l'agrégation des couches arénacées, la transformation des roches bulleuses en amygdaloïdes, la génération des rognons d'agate qui serait un cas particulier du précédent, etc.

Dans le métamorphisme régional, aux effets énumérés ci-dessus, se joignent, sur une grande échelle, ceux qui sont produits par l'eau portée à une haute température, et qui consistent principalement en modifications dans l'état moléculaire et cristallin des roches, sans qu'il y ait nécessairement transport de matière d'une couche à une autre; parmi les plus remarquables phénomènes de cet ordre, apparaissent la transformation des argilites ou argiles contenant des alcalis, en schistes plus ou moins cristallins, et celle des calcaires ordinaires en calcaire saccharoïde. S'inspirant surtout des idées de l'école allemande, le professeur Stoppani considère de préférence l'action de l'eau pénétrant dans le sol de haut en bas, et il s'applique à démontrer que les éléments des divers minéraux qui se rencontrent dans les roches après le métamorphisme préexistaient dans le terrain soumis à son action ; mais il ne fait aucune allusion aux idées générales émises par plusieurs géologues relativement au rôle important que les matières minérales rejetées de l'intérieur du globe ont joué dans la formation des couches sédimentaires.

Les dolomies, d'après le professeur Stoppani, seraient des calcaires magnésiens, plus ou moins altérés, qui auraient perdu, par voie de métamorphisme d'infiltration, une partie de leur carbonate de chaux. Dans le plus grand nombre des cas cependant, il est manifeste que la dolomie résulte au contraire d'apports souterrains de carbonate de magnésie.

Conformément aux idées les plus généralement adoptées en France sur le métamorphisme régional ou normal, les lignites, la houille, l'anthracite, le graphite, sont considérés comme les divers termes d'une même série. Les quartzites sont attribués à des grès ou à des sables siliceux. Les schistes argileux, les phyllades, les schistes micacés, chloriteux, amphiboliques et talqueux seraient des transformations diverses de couches argileuses; M. l'abbé Stoppani s'applique à démontrer que ces dernières transformations se produisent à la suite de réactions chimiques intérieures et à l'aide de prélèvements ou d'apports, presqu'insignifiants en fait de matériaux, pouvant être empruntés ou rendus aux couches les plus voisines.

Quant au gneiss et au granite, M. l'abbé Stoppani les regarde comme éruptifs et même comme ayant une origine ignée, puisqu'à ses yeux ils représentent la lave la plus ancienne; le gneiss, en

particulier, serait un granite modifié ayant acquis la texture schisteuse par l'effet d'un étirage produit pendant qu'il était encore à l'état pâteux; quelques observations stratigraphiques sont citées à l'appui de l'origine éruptive du gneiss.

Il faut reconnaître cependant que si, dans certains cas, le gneiss joue le rôle d'une roche éruptive, ce qui est facile à comprendre, puisqu'il a été doué d'une certaine plasticité, le plus souvent il forme simplement la base des terrains stratifiés; de même que le granite, il ne présente d'ailleurs aucun des caractères qui révèlent une origine ignée (1).

En résumé : des roches sédimentaires nouvelles se superposent indéfiniment aux précédentes qui, du moins, dans certaines portions de la surface du globe, s'affaissant sous le poids additionnel dont elles se trouvent chargées, sont successivement abaissées jusqu'à de grandes profondeurs et parviennent enfin, après une série non interrompue de modifications, jusqu'au niveau où la chaleur et la pression sont telles que les minéraux qui constituaient ces couches, totalement décomposés à la faveur de l'eau, ne forment plus avec elle qu'un magma fluide parsemé de cristaux; c'est ce magma qui, d'après M. Stoppani, constitue les laves qui seront, bientôt après, rejetées à la surface par quelque orifice volcanique, sous la forme de nouvelles roches cristallisées; ces roches sont destinées elles-mêmes à être un jour désagrégées, à faire partie de nouveaux sédiments et à rentrer ainsi dans un *cycle géologique* semblable au précédent.

C'est ainsi que, du métamorphisme, le professeur Stoppani est amené à la conception de ce qu'il appelle *la circulation indéfinie des roches*, conception, on le voit, qui a plus d'un point commun avec les idées de M. Poulett Scrope sur l'origine des laves, et qui rentre d'ailleurs complétement, ainsi que l'auteur le reconnaît lui-même, dans les idées géogéniques émises par Hutton il y a bientôt un siècle.

---

(1) Delesse : *Études sur le métamorphisme des roches*, in-4°. — *Origine des roches*, 1858.

STRATIGRAPHIE SYSTÉMATIQUE*.

WEALD. — On doit à M. Barrois (1) une étude sur les dislocations de la craie dans la région wealdienne. L'auteur reconnaît, dans le terrain crétacé du Hampshire, trois axes principaux de soulèvement, qu'il appelle l'axe de Kingsclere, l'axe de Winchester et l'axe des îles de Wight et de Purbeck.

Le premier correspond à celui de l'Artois, et s'est produit graduellement pendant tout le dépôt des terrains crétacés supérieurs.

Le second équivaut à l'axe de la Bresle et son époque est celle qui sépare la zone à Marsupites de celle des Bélemnitelles.

Enfin le troisième correspondrait, suivant M. Barrois, au soulèvement du pays de Bray.

Indépendamment de ces dislocations, il y en a d'autres qui leur sont perpendiculaires et qui ont moins d'importance ; ces ondulations et fentes secondaires, qui complètent dans le terrain de craie la structure *quadrillée* signalée par MM. Hébert et N. de Mercey, se traduisent, en Angleterre, par des coupures qui rompent la continuité de la ceinture des Wealds et livrent passage à quelques cours d'eau. M. Barrois ne pense pas que, dans la portion du Pas-de-Calais que doit parcourir le tunnel sous-marin, on rencontre autre chose que ces accidents de deuxième ordre.

PAS-DE-CALAIS, — L'axe de l'Artois est une des lignes de dislocation les plus nettes du bassin du nord de la France. Cette ligne a dû jouer à plusieurs reprises. M. Potier (2) a constaté que, des deux côtés de cet axe, on retrouve non-seulement les sables éocènes, mais encore les meulières à nummulites. Il pense donc que le dernier mouvement de l'axe a eu lieu à la fin de l'époque lækenienne, c'est-à-dire précisément à l'époque assignée par M. de Lapparent (3) à la dernière fracture du pays de Bray, qui lui est parallèle.

---

* Cette partie a été traitée par M. de Lapparent.

(1) *Soc. géol. du Nord*, 11, 85.

(2) *Assoc. française*, Lille, 1874.

(3) *Revue de géologie*, X, 232.

M. Barrois (1) rapporte à la même époque le mouvement de l'axe de Kingsclere en Angleterre, ainsi que le soulèvement de l'île de Wight.

En Angleterre comme en France, le versant nord des plissements est beaucoup plus incliné que le versant sud. M. Barrois signale même des points des collines crétacées de l'île de Purbeck où le versant nord a dépassé la verticale et incline jusqu'à 70° et 80° vers le sud, comme cela a lieu dans les terrains bouleversés de l'Ardenne.

Du reste, pour M. Barrois, le plissement éocène du nord n'est qu'une répétition du plissement du Hainaut, signalé par M. Gosselet à la fin du calcaire carbonifère, et cet accident lui-même reproduisait les traits du plissement silurien de l'Ardenne.

SARTHE. — M. Guillier (2) a signalé une ligne de dislocation dirigée à peu près du nord-est au sud-ouest à partir des environs de Nogent-le-Rotrou et se prolongeant jusqu'à Echemiré (Maine-et-Loire) à travers tout le département de la Sarthe. Cette ligne amène au jour, à la Ferté-Bernard, Vouvray-sur-Huisne, Soulitré, Parigné-l'Évêque, des dépôts jurassiques, calcaires ou argilo-calcaires, dont l'apparition est d'autant plus frappante qu'elle a lieu au milieu de dépôts crétacés stériles constitués le plus souvent par des sables maigres ferrugineux.

Mais la région la mieux caractérisée qui dépende de cette dislocation est le Belinois, espèce d'oasis jurassique qu'on observe aux environs d'Ecommoy (3). C'est une sorte de boutonnière, traversée en son milieu par une faille et qui laisse apercevoir, à Theloché, les calcaires bajociens, exploités sous la grande oolithe, le bathonien, le callovien, l'oxfordien et le corallien en couches redressées, et venant buter, par suite de la faille, contre la base de l'oxfordien du versant opposé.

La ligne de dislocation de Nogent-le-Rotrou et du Belinois n'est pas la seule qu'on observe dans la Sarthe : il en existe plusieurs autres parallèles à la même direction, dont une s'étend de Contres à la Chapelle-d'Aligné.

MENDE. — M. G. Fabre (4) a donné, sur sa carte du canton de Mende, à l'échelle du 20,000e, le tracé de vingt-quatre grandes

(1) *Soc. géol. du Nord*, II, 99.
(2) *Soc. d'agric., sciences et arts de la Sarthe*, 1875.
(3) *Revue de géologie*, XIII, 182.
(4) *Bull. soc. géol.* [3], III, 431.

failles, dont la longueur varie entre 1 et 25 kilomètres. Ces accidents se groupent en trois systèmes :

1° Groupe N.-N.-O. (mont Viso);
2° Groupe N.-E. (Alpes-Occidentales et Côte-d'Or);
3° Groupe E.-O. (Pyrénées).

Le groupe N.-N.-O. est caractérisé par des émissions de bauxites et de sables granitiques. De plus, il joue un rôle très-important dans la grande masse filtrante des calcaires des Causses, en rompant la nappe d'eau souterraine qui existe sur les argiles du lias et en favorisant son écoulement latéral. A chacune des failles de cette direction correspond une source et réciproquement.

ARDENNES. — M. Dewalque (1) a fait remarquer que les plissements qui affectent les couches cambriennes (systèmes devillien et révinien) de l'Ardenne sont beaucoup plus multipliés que ceux du terrain dévonien. On peut compter jusqu'à trente plis sur 100 mètres de long. En outre, les arêtes des selles ou des ennoyages sont très-inclinées, quelquefois de 60 degrés, tandis que, dans les terrains dévonien et carbonifère de la Belgique, ces mêmes éléments sont presque horizontaux.

(1) *Soc. géol. de Belgique*, 1, 65.

TABLE ANALYTIQUE

DES MATIÈRES.

TOME TREIZIÈME.

Pages

PRÉFACE. . . . . v à vii

Division adoptée. 1

PREMIÈRE PARTIE.

Ouvrages généraux de géologie. 3

Préliminaires.

Densité moyenne du globe. — Accroissement de la température dans l'intérieur du globe : Anzin-Speremberg. 6

DEUXIÈME PARTIE.

LITHOLOGIE.

Propriétés générales des roches.

Structure prismatique du basalte.—Structure amygdalaire cylindrique. — Coefficient de frottement. — Résistance des roches à l'écrasement. — Diminution de la densité des silicates par la fusion. — Solubilité d'un mélange de sels.—Eau et sel marin dans les roches. —Lithine dans les roches sédimentaires.—Baryte dans les feldspaths. — Acide phosphorique dans les roches. 11

Étude microscopique des roches. 19

Classification des roches. 21

ROCHES.

Roches carbonées.

Pétrole : Kouban. — Caspienne. — Java. 23

Siegburgite. 24

Pages.

Tourbe : Ardennes. — Saint-Charles. 24
Combustibles : France. — Donetz. — Caucase. — Sumatra. — Divers. 25
Diatomées dans les cendres des combustibles. 27
Houille bitumineuse : Pennsylvanie. 28
Tasmanite, houille blanche : Australie. 30
Diamant : Afrique australe. — Australie. 31

Terres végétales.

Saint-Charles. — Reims. — Roumanie. — Russie. 31

Roches diverses.

Eaux douces : Châteaudun. — Cantenac. 35
Eaux minérales : Hammam Meschoutin. — Balta-Alba. — Saratoga. — Influence des terrains sur la composition des eaux. 36
Guano. 38
Nitrate de soude : Pérou. 38
Alunite : Madriat. 38
Phosphorite : Pays de Galles. — Calvados. — Meuse. — Tarn-et-Garonne. — Divers. 40

Roches calcaires.

Calcaire tuffacé : Fontenailles. 44
Calcaire lacustre : Coulommiers. 44
Craie : Irlande. 45
Calcaire oolithique : Lot. — Charente. 45
Calcaire lithographique : Solenhofen. 46
Marne : Ariége. 46
Calcaire cristallin : Warwick. — Pennsylvanie. 46
Dolomie : Haute-Saône. 47
Marne magnésienne gypseuse : Lagny. 47

Roches siliceuses.

Ménilite : Coulommiers. 47
Silex : Spitzberg. 48
Silice terreuse : Toucy. 48
Sable : Rieupeyroux. — Eure. 48
Sable glauconieux : Belgique. 49
Tangue : Mont Saint-Michel, Saint-Valery. 49
Alios : Chantilly. 50

Roches argileuses.

Argile : Montastruc. — Grandpré. 51
Argile réfractaire : Pennsylvanie. 52
Argile ferrugineuse : Hunstanton. 53
Schiste bitumineux : Vesoul. 53
Schiste cristallin : Cap. 54
Schiste chlorité : Géorgie. 54

Roches silicatées non feldspathiques

Pages.

Péridotite : Caroline du Nord. 54

Roches plutoniques orthosées.

Granite : Ile d'Elbe. — Cumberland. — Hartz. 55
Porphyre : Lambay. — Lugano. — Saxe. 56

Roches plutoniques anorthosées.

Kersanton. 59
Diabase : Spitzberg. 61

Roches volcaniques orthosées.

Rhyolithe : Elbrous. 61
Obsidienne. 62
Cendre ponceuse : Hécla. 62
Liparite : Wenneberg. 63
Phonolithe : Wolf Rock. — Velay. — Westerwald. — Eifel. 64

Roches volcaniques anorthosées.

Andésite quartzifère : Transylvanie et Hongrie. 66
Dolérite : Grande-Bretagne. 66
Basalte. 67
Trapp doléritique : Connecticut. 67
Limbourgite. 68

ROCHES MÉTALLIFÈRES.

Étain : Zinnwald. — Indes Néerlandaises. — Tasmanie. 69
Fer : Pyrite de fer. — Chizeuil. 70
Fer oxydulé : Haytor. — Cogne. — Nanzenbach. — Turquie. — Pennsylvanie. 74
Hématite : Whitehaven. — Pennsylvanie. 75
Canga : Brésil. 76
Fer carbonaté lithoïde : Pennsylvanie. 77
Nickel : Nouvelle-Calédonie. 78
Cuivre et étain : Cornouailles. 79
Cuivre et plomb : Langeac. — Meyrueis et Florac. 79
Mercure : Idria. 81
Platine : Platine associé au fer chromé et à la serpentine. 82
Météorites et roches analogues : France. — Viddin. — Roda. — Atacama. — Gaz des météorites. — Origine des météorites. 83
Age des roches éruptives. 87

TROISIÈME PARTIE.

TERRAINS.

TERRAINS PALÉOZOÏQUES.

Terrain antésilurien.

Pages.

Alpes: Série des roches vertes. — Eozoon Canadense. 90

Terrain silurien.

Cambrien et silurien. — Europe septentrionale. — Saint-David. — Bangor. — Belgique. — Ille-et-Vilaine. — Carinthie. — Alpes orientales. — Canada. — Rensselær. 91

Terrain dévonien.

Ille-et-Vilaine. — Bassin franco-belge. — Condros. — Sibérie. — Bassin du Mac'Kenzie. 95

Terrain carbonifère.

Staffordshire. — Yorkshire. — Angleterre. — Bassin anglo-français. — Bassin du Nord et du Pas-de-Calais. — Bassin de Valenciennes. — Bassin de Mons. — Bassin de Namur. — Forez. — Puertollano. — Bassin du Don. — Silésie. — Sibérie. — Canada. — Indiana. — Diatomées dans le terrain houiller. 97

Limite entre le terrain houiller et le terrain permien.

Spitzberg. — Carinthie. — Lodève. — Saxe. 102

TERRAINS MÉSOZOÏQUES.

Limite entre le terrain permien et le trias. 104

Terrain triasique.

Warwick, Labyrinthodontes du Keuper. — Dawlish, Couches à Murchisonite. — Somerset, Devon. — Thézanel, Gypse. — Würzburg, Couches à Halobia. — Thüringe, Lettenkohle. — Tyrol, Couches à Cardita. — Alpes Orientales. — Nouveau-Mexique. 105

Étage rhétien.

Scanie, Couches à combustibles. — Bornholm. 109

Terrain jurassique.

Lias: Angleterre. — Lincolnshire. — Bassin du Rhône. — Gard et Lozère. — Argovie. 110

Étage oolithique inférieur.

Pages.

Angleterre. — Ardennes, Haute-Marne. — Moselle. — Argovie. . . . 112

Étage oolithique supérieur.

Angleterre. — Berri. — Haute-Marne. — Région franco-suisse. — Jura Neufchâtelois. — Argovie. — Mont Lépine. — Lémenc. — Crussol. — Dauphiné, Gypse callovien. — Nord-Ouest de l'Allemagne. — Hanovre. 113

Terrain crétacé inférieur.

Angleterre, Couches de Farringdon. — Yorkshire. — Folkestone, Gault. — Bassin franco-belge, Aachénien. — Bassin parisien, Gault et aptien. — Bassin parisien, Gaize. — Haute-Marne, Fer oolithique. — Haute-Marne, Gault. — Côte-d'Or, Gault à nodules. — Savoie. 118

Terrain crétacé supérieur.

Beer-Head. — Cambridge. — Hampshire. — Ile de Wight. — Douvres, Folkestone. — Belgique, Système hervien. — Mons. — Pas-de-Calais. Cotentin. — Ceinture orientale du bassin de Paris. — Midi de la France. — Westphalie. — Dakota. 124

Limite entre le terrain crétacé et le terrain tertiaire.

Amérique du Nord, Lignites des montagnes Rocheuses et de Vancouver. 130

TERRAINS NÉOZOÏQUES.

Terrains tertiaires.

Éocène.

Limbourg belge. — Belgique, Bruxellien. — Panisélien. — Bassin franco-belge, Éocène inférieur. — Glauconie de Cassel. — Cassel. — Cotentin. — Dijonnais, Conglomérat bréchiforme. — Ain. — Aquitaine. — Biarritz. — Suisse, Grès de Taviglianaz. — Lac de Thoune. — Égypte. — Cotentin. — Ain. — Hesse rhénane. — Italie septentrionale. — Syracuse. — Malte. — Indes occidentales. 131

Limite entre le terrain miocène et le terrain pliocène.

Bassin méditerranéen. — Gard. 140

Pliocène.

Anvers. — Cotentin. — Oran. — Tarente... 141

Terrain quaternaire.

Nord de l'Europe. — Irlande, Dépôts glaciaires coquilliers. — Ile de Man. — Angleterre. — Chesil Bank. — Læken. — Artois, Flandre. — La Celle. — Haute Tarentaise. — Bavière. — Oran. — Sierra Nevada. — Nouvelle Angleterre. 142

QUATRIÈME PARTIE.

GÉOLOGIE GÉOGRAPHIQUE.

Europe.

Pages.
Spitzberg. 152
Portugal : Alemtejo. 162
Angleterre : Weald. 163
France : Bas-Boulonnais. — Collines Flamandes. — Mont Dore. — Pyrénées. — Vallée de la Garonne. — Toulon. 163
Belgique. 166
Suisse : Jura. 167
Autriche-Hongrie : Monzoni. — Alpes méridionales. — Hongrie. 168
Italie : Lac de Côme. — Italie Centrale. 169
Caucase. 171

Afrique.

Algérie : Iles du littoral Nord-Africain. — Oran. — Alger. — Constantine. 171
Abyssinie. 173

Asie.

Oural. 173
Sibérie. 174
Turkestan. 174
Inde. 175
Japon : Ile d'Yèsso. 175
Chine. 176

Océanie.

Saint-Paul et Amsterdam. 176
Sumatra. 177
Victoria. 177
Nouvelle-Zélande. 178

Amérique.

États-Unis : Montagnes Rocheuses. — Territoires de l'Ouest. 178

GÉOLOGIE AGRONOMIQUE.

Devonshire. — Belinois. — Vouziers. — Mende. — Valais. — Franconie. 180
Influence du sol sur le rendement des forêts. 184
Cartes agricoles. — France. 185

CINQUIÈME PARTIE.

GÉOLOGIE DYNAMIQUE.

Atmosphère.

Pages.

Inclinaison à donner aux talus. — Altération des roches par l'atmosphère. — Roches polies par le sable. — Triage entre les minéraux des dunes. 190

Glace.

Inégalité des glaciers sur les deux versants d'une chaîne de montagnes : Caucase. — Roches gelées : Montagnes Rocheuses. 192

Lacs.

Régime des lacs : Suisse, Amérique du Nord. 193

Rivières.

Dépôts torrentiels : Dombes, Bresse, Crau, Pyrénées. — Influence de l'atmosphère sur la forme des rives d'un cours d'eau. — Élévation du lit des rivières : Pô. — Accroissement des deltas : Mac-Kenzie. . . . 195

Mers.

Variations que le niveau moyen des mers présente sur des côtes différentes. — Variations de la salure dans les eaux du canal de Suez. — Forêts submergées.—Variations dans les rivages : Flandre française, Caspienne. — Élévation des côtes : Groënland, Terres arctiques. — Oscillations des côtes : France. — Causes des oscillations des côtes.— Formation récente de poudingues : Méditerranée. — Polypiers et récifs coralliens. — Accroissement des madrépores : Floride. — Distribution de la température et de la vie animale dans les profondeurs des mers. 197

Eaux souterraines.

Bonn. — Malte. — Crimée. 207

Rapports des sources avec les failles : Mende. — Eaux artésiennes : Saint-Nazaire, Égypte. — Salses : Équateur. 209

Chaleur.

Solidification des matières fondues. 211

MODIFICATIONS DES ROCHES.

Miroirs. 213

Pages.

Déformations de fossiles appréciées au moyen de la conductibilité des roches pour la chaleur. 213

Production des minéraux.

Péridot, pyroxène. — Platine magnétipolaire. 214

Pseudomorphisme.

Bois changé en gypse. 216

Décomposition.

Transformation des roches en terre végétale : Jouxtens, Vaud. — Altération des combustibles par l'air. — Gaz contenus dans les combustibles frais ou exposés à l'air. — Altération du feldspath et des roches feldspathiques par l'eau pure ou contenant divers réactifs. — Efflorescences de sulfate de soude et de magnésie. 216

Métamorphisme de contact ou spécial.

Fulgurite. — Chaux phosphatée dissoute au contact de filons de trapp : Pays de Galles. — Baryte sulfatée et dépôt ocreux formés par des eaux minérales : Bussang. — Minerais de fer et de cuivre, strontiane sulfatée et zéolithes formés par des eaux minérales : Bourbonne-les-Bains, Bourbon-l'Archambault — Calcaire changé en gypse. — Combustibles changés en coke par le trapp : Colorado. — Nodules de silicates et dépôts salins formés dans les laves : Santorin. 221

Métamorphisme normal ou général.

Empreinte végétale dans la protogine. — Minéraux nouveaux associés au corindon dans les roches métamorphiques.— Métamorphisme des filons métallifères par des croiseurs : Cornouailles.— Relation entre les phénomènes éruptifs et métamorphiques : Royaume-Uni. — Résumé sur le métamorphisme. 229

STRATIGRAPHIE SYSTÉMATIQUE.

Weald. — Pas-de-Calais. — Sarthe. — Mende. — Ardennes. 236

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES AUTEURS.

Abich, 26, 61, 192, 226, 227.
Airy, 6.
Allport, 64, 66, 67.
Amiot, 38, 39, 40, 79, 80, 163, 164.
Ampère, 6.
Andrews, 84.
Arzruni, 226.

Babinski, 187.
Bach, 14.
Baranowski, 59.
Barbot (de Marni), 35.
Barrande, 94.
Barre-Duparcq (de la), 201.
Barrois (Ch.), 121, 122, 124, 125, 127, 128, 236, 237.
Bateman, 208.
Bayan, 114, 176.
Beaumont (Élie de), 14.
Béche (de la), 104.
Bechler, 180.
Behm, 4.
Belenet (de), 53.
Belgrand, 208.
Bell (A.), 120.
Belt, 143, 144, 174.
Benoit, 135, 138.
Bernath, 36.
Berzélius, 87, 215.
Bessels, 201.
Beyer, 220.
Birds, 145, 146.
Birner, 220.
Bischof (G.), 9, 11.
Blake, 113, 119, 175, 179, 191.
Blanford, 173, 175.
Bleicher, 142, 149, 172.
Blomstrand, 156, 159.
Bluhme, 207, 208.
Bouillé (de), 136.
Bourdaloue, 197.
Boussingault, 24.
Braconnier, 224,
Bradley, 178, 179, 180.
Brady, 99.
Braun, 36.
Brauns, 117, 118.
Breton (de Champ), 197.
Briart, 96, 98, 99, 121, 126, 132, 133, 166.
Broeck (van den), 99, 133.
Brongniart, 176.
Browne (Jukes), 124.
Brush, 4, 46, 230.
Brusina, 140.
Buch (de), 57, 154.
Buckman, 181.
Burat, 25.
Burck, 180.

Cabral (Neves), 162.
Caillat, 36.
Cairns, 36.
Carpenter, 205, 206, 207, 212.
Carruthers, 120.
Castracane, 27, 102.
Cavendish, 6.
Cézanne, 195, 196.
Chandler, 36.
Chaper, 227.
Chatard, 230.
Châtelier (Le), 216
Chauvenet, 29.
Chelloneix, 131, 132, 134.
Chouquet, 147.
Church, 53.
Clarke (W. B.), 78.
Clavé, 50, 185.
Cloizeaux (Des), 55, 82.

Coemans, 166.
Cogels, 141.
Cohen (E.), 14, 54.
Collot, 106, 111.
Conte (Le), 149, 205.
Contejean, 190.
Conybeare, 104.
Cope, 109, 130, 180.
Coquand, 129, 165, 170.
Cornet, 96, 98, 99, 121, 126, 132, 133, 166.
Cornuel, 122.
Cossa, 15, 218, 220.
Cossigny (de), 11, 203, 232.
Cotta (de), 168, 191.
Cousin, 202.
Cox, 101.
Creath (M'), 28, 29, 30, 47, 52, 75, 76, 77, 78, 217.
Crepin, 96.
Cross, 110.

Damour, 54, 63, 83.
Dana (Ed.), 4, 67, 68.
Dana (J. D.), 3, 4, 5, 78, 149, 150, 179, 203, 204, 205.
Daubeny, 40.
Daubrée, 63, 70, 82, 83, 84, 85, 87, 215, 219, 224, 225, 226, 233.
Dausse, 193, 196, 197.
Davey, 118.
David, 176.
Davies, 41.
Davila, 36.
Dawson, 91, 101.
Dejardin, 142.
Delage, 93, 95.
Delesse, 50, 59, 176, 181, 185, 186, 187, 190, 207, 223, 228, 233.
Delgado, 162.
Deslongchamps, 110.
Desor, 170.
Deville (Ch. Sainte-Claire), 6, 222, 229.
Deville (H. Sainte-Claire), 215.
Dewalque (F.), 49.
Dewalque (G.), 6, 91, 133, 141, 166, 238.
Didelot, 123.
Doelter, 66, 168, 169.
Dolfus (Meunier), 25, 26.
Dollfus (G.), 127, 134, 137, 142.
Donna, 190.
Dormoy, 99.
Douvillé, 49, 113.
Drasche (von), 61, 74, 103, 156.
Dufet, 213, 214.
Dumont, 49, 120, 121, 126, 132, 133, 151 166, 167.
Dumortier, 111.
Duner, 156.
Duponchel, 51.
Dupont, 166.
Durand-Claye (L.), 35, 44, 46, 47, 48, 50, 53, 198.

Ebray, 116, 122.
Eck, 181.
Elsner, 16.
Emmons, 65, 66.
Emmrich, 109.
Erdman (Edward), 109.
Erdmann, 4.
Eschwege (d'), 76.
Everett, 7.

Fabre (G.), 111, 182, 209, 237.
Falsan, 115.
Favre (Alph.), 170.
Favre (Ernest), 26, 61, 136, 171, 192.
Faye, 51.
Feistmantel, 101.
Fellenberg (de), 57.
Fiedler, 222.
Filhol, 43.
Finot, 37.
Fischer, 57.
Fischer (P.), 176.
Flight, 31, 83, 84.
Folie, 6.
Forbes, 79.
Forbes (J. D.), 144.
Ford, 52, 94.
Foresi, 55.
Forman, 77.
Foster (Le Neve), 74.
Fouqué, 228.
Frickhinger, 63, 64.
Fromentel (de), 117.
Frossard, 165.
Fuchs (Edmond), 80, 99.
Fuchs (Th.), 139, 142.

Gardner, 120.
Garnier (Francis), 176.
Garnier (Jules), 78, 79.
Garrigou, 164.
Gastaldi, 74, 90.
Gaudry (Albert), 103.

Geikie, 144, 232.
Geinitz (B.), 93, 177.
Geinitz (Eug.), 104.
Genth, 54, 229, 231.
Geyler, 138.
Girard, 202.
Godwin-Austen, 98.
Goodchild, 143, 144, 145, 146.
Gorceix, 76, 77, 140.
Gorup (von), 17.
Goschler, 190.
Gosselet, 95, 96, 98, 99, 121, 133, 141, 166, 237.
Gould, 70.
Gouvenain (de), 225, 226.
Grad, 201.
Graham, 86.
Grandeau, 34.
Grand'Eury, 100.
Greenwood, 199, 202.
Greppin, 135.
Guembel, 62, 63, 64, 107, 109.
Guillier, 41, 42, 182, 237.
Guppy (Lechmere), 139, 140.
Guyerdet, 19.

Haidinger, 86, 87.
Hantken (de), 169.
Hardman, 145.
Harting, 221, 222.
Hauer (Ch. de), 26.
Hauer (F. de), 66, 87, 168.
Hawes, 67, 68.
Hayden, 129, 130, 180.
Hébert, 97, 109, 112, 125, 126, 128, 129, 132, 133, 236.
Heer, 135, 153, 154, 155, 158, 159, 160, 161, 177.
Heim, 190, 191.
Heinrich, 220.
Helmersen (de), 23.
Hennequin, 151.
Hénos, 202.
Henwood, 79.
Heuzé, 188.
Hicks, 40, 41, 91, 92, 223.
Hilger, 17, 184.
Hitchcock, 179.
Hochstetter (de), 31, 75, 88, 176.
Höfer, 24, 154.
Hopkinson, 92.
Horne, 146.
Hudleston, 41, 223.
Huene (von), 24.
Huguenin, 117.
Hulke, 156.
Hull, 56, 57.
Hunfalvy, 169.
Hunt (Sterry), 91.
Hutchinson, 38.
Hutton (F. W.), 178.

Jaccard, 167.
Jansen, 208, 209.
Jespersen, 110.
Johnson (Hawkins), 41.
Johnson (Henry), 97.
Jourdy, 113.
Julien, 100.
Jutier, 70, 73.

Keeping, 118, 119.
Keilhau, 154.
Kendall, 75.
Kenngott, 11.
Kerckhoff (van), 222.
Kerr, 230.
Ketley, 97.
Kjerulf, 62, 63.
Kobelt, 142.
Koenig (Geo.), 54, 230.
Koninck (de), 100, 154.
Koritzka, 190.
Kozlowsky, 208, 209.

Ladrière, 96.
Lafont, 202
Lamont, 154.
Landolt, 24.
Lapparent (de), 112, 121, 133, 168, 236.
Lapworth, 92.
Lasaulx (de), 24.
Lea (J.), 231.
Lechartier, 214.
Lefèvre (Ch.), 132.
Lefèvre (Th.), 134, 147.
Lesley, 227.
Lesquereux, 129, 130, 131, 180.
Lesseps (de), 198.
Létrange, 182.
Lévy (Michel), 20, 21, 58.
Leymerie, 164, 165.
Linder, 136.
Lindstroem, 155, 156, 157.
Lipold, 81, 94.
Lippmann, 210.

Liversidge, 31, 78.
Lockyer, 87.
Lodin, 69, 81.
Looz (de), 126.
Lory, 117.
Lossen, 56,
Loven, 154, 157.
Ludwig (E.), 86, 100.
Lyman (Smyth), 175, 176.

Mackintosh, 145.
Magnan (H.), 91, 164.
Malaise, 93.
Mallet (J. W.), 86.
Mallet (Robert), 11, 13, 14, 212,
Malmgrem, 153, 156.
Marcou (Jules), 104, 151, 191.
Maridort, 25, 32, 33.
Marion, 111.
Marsh, 179.
Marshall (von), 102.
Marsilly (de), 7.
Martin (J.), 123, 135.
Maskelyne, 31.
Mauget, 210.
Maunoir, 4.
Mayer (Ch.), 5, 139, 170.
Mayr (G.), 189.
Meek, 130, 180.
Ménard (de la Groye), 63.
Mercey (N. de), 236.
Meugy, 51, 182.
Meunier (Stanislas), 84, 87, 180, 181.
Meyer, 218, 219.
Meyer (J. A.), 124.
Miall, 105.
Moeller (de), 101.
Moesch, 111, 112, 115, 116, 167.
Möhl (H.), 67.
Mohr, 9, 10.
Moissenet, 27, 31, 39, 43, 45, 47, 48, 49, 72, 79, 227.
Mojsisovics (de), 107, 108, 109, 156.
Molon (de), 41, 42.
Morineau, 73.
Morlot (de), 191.
Mortillet (de), 148, 170.
Mourlon, 96, 131, 166.
Mousson, 87.
Munroe, 175.

Nasmyth, 211.
Nathorst, 152, 153, 154.
Nauckhoff, 83.
Naumann, 8, 35, 191.
Negri, 58.
Nesterowsky, 96, 101.
Newton (E. T.), 30.
Nicholson (Alleyne), 94.
Nies, 184.
Nivoit, 42, 51, 182.
Nordenskjöld, 61, 62, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161.
Nowosiltzoff, 23.
Nyst, 132, 166.

Oberg, 157, 158.
Oissel (Hély d'), 72.
Olpen, 14.
Olry, 99.
Omalius d'Halloy (d'), 166.
Orbigny (d'), 133.
Orth, 84, 181.
Ortlieb, 131, 132, 133, 134, 165.
Osmerode, 105.
Owen, 137.

Page, 3.
Papier, 203.
Parran, 74.
Payer, 154.
Peale, 180.
Peccadeau, 38.
Petersen (Th.), 74.
Petitot, 97, 197.
Pettersen, 143.
Pfaff, 14, 15, 16, 17, 46.
Pfeiffer, 68.
Phillips (A.), 64.
Phillips (J. A.), 79, 104.
Piatti, 58.
Pichler, 107.
Piette, 165, 170.
Pillet, 116, 123.
Play (le), 82.
Plocq, 199.
Potier, 49, 98, 133, 147, 236.
Prestwich, 98, 146, 147.
Price, 119, 120.

Rammelsberg, 4, 83, 84.
Rance (de), 119.
Rath (vom), 55, 168, 169.
Raulin, 3.
Reclus, 4.
Renevier, 5.

Renou, 221.
Respighi, 87.
Rey-Lescure, 43.
Reydellet (de), 100.
Ribeiro, 162.
Richthofen (de), 61, 168.
Risler, 183, 184, 216, 217.
Ritthausen. 17.
Robert (Eug.), 154.
Rodrigues, 162.
Romanowsky, 23.
Rose (G.), 21.
Rosemont (de), 148, 203.
Rosenbusch, 68.
Roth (J.), 11, 58.
Röthe, 64.
Rothenbach, 167.
Rouault, 93.
Royer, 114.
Ruolz (de), 25.
Rupert-Jones, 177.
Ruprecht, 34, 35.
Rutot, 126, 132.

Sadebeck, 21,
Salter, 154.
Sandberger, 19, 106.
Saporta (de), 103, 141, 147.
Sauvage (H. E.), 163.
Schaer, 38.
Schafhault, 64.
Scheurer-Kestner, 25, 26.
Schimper, 229.
Schlüter, 129.
Schmid (E.), 106.
Schwarzenbach. 58.
Schweinfurth, 210.
Scrope (Poulett), 164, 235.
Seeley (Govier), 113.
Selwyn, 131.
Sharp, 3.
Shaw, 31.
Shepard, 55, 46.
Sievers, 226.
Sismonda (de), 229.
Smith (C. D.), 54.
Smith (Lawrence), 46, 84.
Smyth (Brough), 177.
Sorby (H. C.), 98.
Spreafico, 58.
Stache, 90, 93, 94, 102, 169.
Star (van der), 222.
Stoliczka, 174.
Stoppani, 165, 169, 170, 232, 233, 234, 235.
Struckmann, 118.
Studer, 57, 167.
Suess, 136.
Surell, 195.

Tate, 110.
Tawney, 112.
Teclu, 61.
Terquem, 112.
Thilgmann, 191.
Thomas, 182.
Thomson (J.), 98.
Thomson (Wyville), 53, 145.
Tissot, 172, 173.
Tombeck, 112, 114, 123.
Topley, 163.
Torell, 109, 152.
Törnebohm, 158.
Toucas, 128, 165.
Toula, 103, 154, 155, 173.
Tournouër, 136, 137, 140, 148.
Traub, 173.
Tregay, 231.
Tresca, 56.
Tribolet (M. de), 115, 136, 167, 173.
Truchot, 17, 37, 219.
Trutat, 165, 170.
Tschermak, 11, 61, 85, 86, 87, 168.

Ulbricht, 220.
Ussher, 105.

Vasconcellos (de), 162.
Vassal, 192.
Vélain, 171, 176, 203,
Verbeek, 177.
Verneuil (de), 162.
Vieillard, 127, 134, 137, 142.
Ville (Ludovic), 172, 211, 221.
Vincent, 134.
Viollet-Leduc, 190.
Vivien (de Saint-Martin), 4.

Wagner (R.), 38.
Walker, 179.
Ward (Clifton), 20, 55, 56.
Ward (Ogier), 213.
Warren, 194.
Watt, 222.
Websky, 169.
Weiser, 193.
White, 29.

Wilson, 93.
Wittstein, 17.
Wolff (Th.), 211.
Woodward (H.), 104.
Wormley, 29, 30.
Wright, 45.
Wylander, 153, 154.

Young, 87.

Zeiller, 100.
Zirkel, 19, 21, 22, 59, 60, 61, 62, 63, 66 67, 87, 88, 89, 158.
Zittel, 148.
Zittowitsch, 218.
Zoellner, 87.

3103 — Paris. — Imprimerie Arnous de Rivière, rue Racine, 26.

80
60
40
20
Vignes
Montpellier
Bouches du Rhône
Marseille
L d'Hyères
MÉDITERRANÉE
2
4
ravé par Erhard.
Imp. Fraillery.

(22)

13

550.5
R451
v.13
1874-75
Binn

LOCKED STACKS

DATE DUE

NON CIRCULATING

STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES
STANFORD, CALIFORNIA
94305